

Direction Sécurité, Structures et Feu

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION
ATEx de type : a
numéro de référence : 2533

Selon l'avis du Comité d'Experts, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEx ci-dessous définie :

Demandeur :	DEAL Guyane – PSDD rue Carlos Fineley CS 76003 97306 CAYENNE CEDEX
Technique objet de l'expérimentation :	Procédé de murs non porteurs extérieurs ou intérieurs en maçonnerie de blocs de terre comprimée (BTC) montés au mortier, utilisés en enveloppe extérieure ou en remplissage d'une ossature bois, béton ou mixte bois/béton. Les longueurs des murs en BTC entre raidisseurs sont limitées à 3,50 m en ossature bois et à 5 m en ossature béton. Dans tous les cas, la longueur de la diagonale de ces murs est limitée à 40 fois leur épaisseur, et leur hauteur est limitée à 20 fois leur épaisseur.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro 2533 et résumée dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée.

donne lieu à une : **APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION**

Remarque importante : Cette appréciation est formulée pour une durée de validité de 3 ans, soit jusqu'au 31 décembre 2021.
Domaine d'emploi accepté : bâtiments à usage d'habitation, bureaux, bâtiments industriels ou agricoles, établissements recevant du public situés dans le département de Guyane (973) ne dépassant pas R+3 pour les maçonneries de remplissage sur ossature béton, et R+1 pour maçonneries sur ossature bois et bois/béton.
L'utilisation du procédé est proscrite sur sols non drainants ainsi qu'en zone inondable.
Les ouvrages d'ossature associés aux murs en BTC ne sont pas visés par la présente Appréciation.

Cette Appréciation ne vaut en outre que moyennant le respect des recommandations énoncées au §5 ci-après.

Cette Appréciation, **QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE** au sens de l'arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité.

1.1. *Stabilité et sécurité des usagers :*

Le procédé ne participe pas à la stabilité d'ensemble du bâtiment qui incombe à l'ossature porteuse.
En l'absence de justification expérimentale concernant la résistance en flexion des maçonneries, le Comité d'Experts a accepté de retenir par défaut les valeurs de f_{xk1}=0,1 MPa et f_{xk2}=0,3 MPa comme valeurs caractéristiques. Le risque encouru par cette évaluation sans essais a été considéré comme acceptable moyennant le respect des prescriptions du dossier technique concernant l'élancement maximal des murs ainsi que les distances maximales entre raidisseurs verticaux qui permettent de limiter sensiblement ces efforts de flexion hors plan.

En cas de liaison mur-ossature par pattes métalliques ponctuelles, la justification de la tenue au vent des ces liaisons doit être établie par essais. Il doit être vérifié que la résistance de calcul déduite de ces essais est supérieure à l'action du vent de calcul, déterminé par application de la norme NF EN 1991-1-4 et de son annexe nationale. A défaut d'une telle justification, on utilisera les dispositfs de liaison continus formant section en U décrits dans le dossier technique et disposés en pourtour de parois.

1.2. *Sécurité en cas d'incendie :*

Compte tenu de la nature incombustible des matériaux constitutifs des blocs et du mortier, le procédé ne pose pas de problème particulier du point de vue de la réaction au feu.
Pour les ouvrages soumis à exigences règlementaires en matière de risque de propagation du feu en façade, une appréciation de laboratoire est à établir pour chaque chantier en application de l'Instruction Technique 249 relative aux façades.

1.3. *Sécurité des intervenants :*

De ce point de vue, le procédé ne se distingue pas des dispositions prises pour la réalisation d'ouvrages en maçonnerie traditionnelles de petits éléments. La sécurité des intervenants lors de la mise en œuvre peut être convenablement assurée moyennant le respect de la recommandation n°3 figurant au § 5 ci-après.

Le présent document comporte deux pages et deux annexes : il ne peut en être fait état qu'in extenso.

2°) Faisabilité

2.1. *Fabrication :*

Le choix du matériau et de son élaboration dépend du type de BTC à fabriquer, de l'utilisation prévue et des performances recherchées. Le respect des conditions de formulation et de production données en partie 6 du dossier technique devrait permettre d'assurer la faisabilité de la fabrication au regard des performances attendues. Il est rappelé que les blocs destinés à la réalisation de murs de façade doivent être de classe BTC 40 ou 60. En outre, les façades non enduites par un revêtement d'imperméabilisation applicable sur support en BTC ou les murs intérieurs de pièces humides devront être réalisés exclusivement à l'aide de blocs de catégorie H.

2.2. *Mise en Oeuvre :*

La mise en œuvre, bien que spécifique au procédé, relève de techniques déjà pratiquées sur le département de Guyane. L'assistance technique nécessaire à la mise en œuvre sera apportée par le titulaire de l'ATEx.

3°) Risques de désordres

Les principaux risques de désordres spécifiques au procédé sont liés à la sensibilité à l'eau du matériau « terre crue », susceptible d'altérer ses performances mécaniques ainsi que la durabilité des parois. En outre, des traces d'humidité passagères peuvent apparaître en parement intérieur pour les configurations de murs de façade les plus exposées aux concomitances vent-pluie. Les prescriptions de conception, de fabrication et de mise en œuvre précisées dans le Cahier des Charges sont de nature à limiter ces risques.

4°) Appréciations complémentaires

La fabrication des blocs devant répondre à une exigence de résultats, l'appartenance à la classe de résistance en compression des blocs ainsi qu'à leur catégorie (O,S,H,P) devront faire l'objet d'une attestation écrite du fabricant pour chaque livraison.

5°) Recommandations :

1. Veiller au respect scrupuleux des dispositions constructives minimales données dans le dossier technique pour la protection à l'eau en tête des façades de BTC, les débords de toiture devant présenter les profondeurs minimales requises et être disposés en pourtour de façade ainsi qu'à chaque niveau ;
2. Veiller également au respect scrupuleux des dispositions prévues vis-à vis des phénomènes de ruissellement, de rejaillissement et de remontées capillaires ;
3. En phase provisoire, compléter le dossier technique par un paragraphe décrivant les dispositions à prendre par les entreprises de pose pour éviter le risque de basculement des ouvrages sous l'effet de sollicitations dues au vent. En outre, installer les dispositifs de protection collectives et fixer les garde-corps sans tenir compte de la présence des ouvrages en BTC;
4. veiller à réaliser les essais de caractérisation de la résistance des ancrages pontuels dans le mortier des maçonneries de BTC, le demandeur devant en capitaliser les résultats.
5. Attirer l'attention de la Maîtrise d'Ouvrage sur les conditions d'entretien des parois en BTC apparentes qui ne doivent pas être nettoyées par utilisation d'eau sous pression, ainsi que sur la nécessité de réfection régulière des garnitures de joints entre ossature et paroi en BTC.

6°) Rappel : Le demandeur devra communiquer au CSTB au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé en précisant l'adresse du chantier, les coordonnées des intervenants, ainsi que les contrôles spécifiques réalisés.

En conclusion, moyennant le respect du Cahier des Charges référencé en annexe 2 ci-après et des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts estime que :

- la sécurité est convenablement assurée ;
- la faisabilité est probable ;
- les risques de désordres sont limités.

Champs-sur-Marne, le 05 décembre 2018

Le Président du Comité d'Experts

P. DELMOTTE

Le présent document comporte deux pages et deux annexes : il ne peut en être fait état qu'in extenso.

ANNEXE 1 À L'APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Référence ATEx n°2533 du 05 décembre 2018

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : DEAL Guyane – PSDD rue Carlos Fineley CS 76003 97306 CAYENNE CEDEX

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Procédé de murs non porteurs extérieurs ou intérieurs en maçonnerie de blocs de terre comprimée (BTC) montés au mortier, utilisés en enveloppe extérieure ou en remplissage d'une ossature bois, béton ou mixte bois/béton. Les longueurs des murs en BTC entre raidisseurs sont limitées à 3,50 m en ossature bois et à 5 m en ossature béton. Dans tous les cas, la longueur de la diagonale de ces murs est limitée à 40 fois leur épaisseur, et leur hauteur est limitée à 20 fois leur épaisseur.

Matériaux

Blocs de Terre Comprimée (BTC) en Terre Crue :

Le matériau constituant les BTC peut être constitué:

- d'un sol naturel non amélioré dit « terre crue » de type argile graveleuse provenant directement de l'emprunt ;
- d'un matériau reconstitué, fabriqué par mélange d'une argile avec d'autres constituants tels qu'un dégraissant (sable) , ou un correcteur granulométrique (grave, silt).

Le choix du matériau dépend du type de produit à fabriquer, de l'utilisation prévue et des performances recherchées.

Les BTC peuvent présenter différentes dimensions ; les plus courantes sont :

- 29,5x14x9,5cm (en dimensions standard ; existe aussi en dimensions ¾ et ½)
- 22x22x9,5cm (en dimensions standard ; existe aussi en dimensions ½)

Les BTC peuvent également présenter des évidements ou des réservations horizontalles pour la réalisation des chaînages horizontaux.

Mortier de recette :

Les proportions des constituants des mortiers de recette sont données dans le tableau 11 du dossier technique.

Les liants les plus couramment admis pour la réalisations des mortiers sont le ciment Portland (CEM I), le ciment Portland composé (CEM II), le ciment de haut fourneau (CEM III/A) et le ciment composé (CEM V/A) conformes aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-4 et le ciment à maçonner (MC) conforme à la norme NF EN 413-1 ; la chaux hydraulique (HL) conforme à la norme NF EN 459-1 ; la chaux hydraulique naturelle (NHL) ou avec ajouts (NHL-Z) conforme à la norme NF EN 459-1 ; les chaux aériennes hydratées calciques (CL) ou dolomitiques (DL) conformes à la norme NF EN 459-1.

La granulométrie du sable est de 0/2 mm à 0/4 mm avec un pourcentage de fines < à 5% Les granulats pour mortiers sont conformes à la norme NF EN 13139.

L'eau de gâchage d'un mortier doit être propre (eau claire et non acide). L'eau de gâchage doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008. L'eau potable convient pour la réalisation des mortiers.

Conditions d'exploitation du procédé

Les BTC sont produits en Guyane par des briqueteries. Pour être qualifiés, les fabricants de BTC doivent avoir mis en place un contrôle qualité tel que défini dans la partie 6.2. « Contrôles qualité de production du Cahier des Charges » et fournissent les rapports d'essais et de contrôle garantissant la qualité des lots de blocs produits.

Les qualifications requises pour les entreprises chargées de la mise en œuvre des murs en BTC correspondent à celles requises pour une entreprise de maçonnerie et de béton armé de technicité courante. L'entreprise doit pouvoir démontrer son expérience dans l'activité de la construction en BTC et son aptitude à réaliser les contrôles en lien avec ce type de mise en oeuvre.

La DEAL de Guyane, titulaire de la présente ATex, s'assurera de la conformité de la mise en place et de l'application du plan d'assurance qualité de fabrication, ainsi que de la coordination des actions d'assistance technique tant en phase de fabrication que de mise en oeuvre.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 2533, et dans la notice (cf. annexe 2 ci-après) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

Le présent document comporte deux pages et deux annexes : il ne peut en être fait état qu'in extenso.

ANNEXE 2 À L'APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION
Référence ATEx de type a n°2533 du 05 décembre 2018

DESCRIPTIF SOMMAIRE

Le corps du Cahier des charges comprend 83 pages.

Il est intitulé :

« Appréciation Technique d'Expérimentation de type A
MUR EN MAÇONNERIE DE BTC NON PORTEUR
EN ENVELOPPE EXTÉRIEURE ET/OU EN REMPLISSAGE D'UNE OSSATURE PORTEUSE

DOSSIER TECHNIQUE LIÉ À L'ATEX DE TYPE A N°2533 »

et daté du 05/12/2018

Il a été enregistré au CSTB sous le n° ATEx 2533

Le présent document comporte deux pages et deux annexes : il ne peut en être fait état qu'in extenso.

Appréciation Technique d'Expérimentation de type A

MUR EN MAÇONNERIE DE BTC NON PORTEUR
EN ENVELOPPE EXTÉRIEURE ET/OU EN REMPLISSAGE D'UNE OSSATURE PORTEUSE

DOSSIER TECHNIQUE LIÉ À L'ATEX DE TYPE A N°2533

RÉALISATION
DEAL Guyane
Coordination
Emmanuel BOUTINARD, **DEAL Guyane**

ÉQUIPE DE RÉDACTION
Arnaud MISSE, **CRAterre**
Mathilde CHAMODOT, **AE&CC**
Eugénie CRETE, **AE&CC**
Emmanuel BOUTINARD, **DEAL Guyane**
Julien COTTALORDA, **architecte**
Pierre-Emmanuel VERLAQUE, **PEP Construction**
Bernard SCHMITT, **Vessière**
Laurent LACOSTE**, Apave Guyane**

Avec les contributions de **ART.Terre Mayotte**
Association pour la promotion de la construction terre à Mayotte

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS

En Guyane, les constructions utilisant des BTC existent depuis plus de trente ans. Souhaitant introduire l'expérience de Mayotte en Guyane, le directeur de la DDE et le celui de la SIMKO (société immobilière de Kourou) ont promu ce matériau dans les années 1980. Furent ainsi édifiées deux maisons en BTC porteurs en 1984-1985 à Kourou avec l'aide du CRAterre (centre de recherche et d'application terre). D'autres maisons à ossature bois furent réalisées dans la même ville. À Cayenne, une opération de RHI à la digue Leblond-Les Palétuviers fut l'occasion, avec un volet auto-construction, d'édifier des maisons en BTC porteurs. Courbes granulométriques et tests de résistance à la compression permettaient de s'assurer de la viabilité de ces procédés.
Au début des années 2000, un entrepreneur tenta de relancer le matériau BTC employé dans plusieurs constructions jusqu'en 2016-2017 : logements et locaux tertiaires.

Erigées dans différents contextes d'utilisation toutes ces constructions par leur nombre -plus d'une trentaine- et les techniques employées -BTC porteurs ou ossature bois et remplissage BTC- permettent d'avoir un certain recul et de prouver leur pérennité. L'objet de la présente ATEx est de définir de manière complète les modalités techniques de ce procédé constructif tout en les faisant valider par un tiers indépendant.

Portée par la DEAL Guyane, cette demande d'Atex de type A repose sur un travail de définition propre au territoire géographique concerné. Dans une volonté d'optimisation des moyens, la DEAL de Mayotte et celle de la Guyane se sont associées pour mettre en commun une partie du travail réalisé par l'association ART.Terre Mayotte dans son dossier technique pour une demande d'Atex de type A "maçonnerie de blocs de terre comprimé - parois et murs". La rédaction du présent document reprend donc une partie des informations d'ordre général et certaines des dispositions constructives issues du document de Mayotte.

1. INTRODUCTION

1.1. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION EN BLOC DE TERRE COMPRIMÉE (BTC)

1.1.1. GÉNÉRALITÉS

Cette demande d'Atex de type A porte sur la réalisation de murs non porteurs extérieurs et intérieurs en blocs de terre comprimée (BTC) dans des bâtiments utilisant un procédé constructif composé d'une ossature porteuse et de murs non porteurs en BTC, soit continus en enveloppe extérieure de l'ossature, soit en remplissage dans l'ossature.

Les blocs de terre comprimée (BTC) sont des produits de forme générale parallélépipédique. Ils sont obtenus par compression statique ou dynamique de terre à l'état humide suivie d'un démoulage immédiat. Un liant hydraulique peut devoir être ajouté néanmoins à la terre pour atteindre ou développer des caractéristiques particulières des produits (norme XP P13-901 - caractéristiques des constituants en 3.1).

Le procédé de fabrication des blocs utilise des presses mécanisées plus ou moins complexes, il existe aujourd'hui une multitude de modèles disponibles sur le marché, elles peuvent être manuelles ou motorisées.

1.1.2. MAÇONNERIE EN BLOC DE TERRE COMPRIMÉE

Une maçonnerie en blocs de terre comprimée est une structure de petits éléments empilés, disposés selon un appareil particulier et liés par les joints de mortier, servant à la construction des murs et des cloisons. Elle s'apparente donc à la construction en maçonnerie de petits éléments.
De cette manière, les blocs de terre constituent un système constructif, mur ou cloison, poteau ou pilier, qui possède une résistance en compression. Cette caractéristique de résistance en compression est en effet essentielle car, a contrario, les maçonneries en petits éléments résistent mal à la traction.

La bonne résistance et la bonne stabilité d'un système de maçonnerie en petits éléments dépendent de l'interaction de plusieurs facteurs :

- de la qualité du bloc lui-même,
- de la qualité de la maçonnerie (interaction entre le bloc, l'appareil et le mortier),
- de la forme du système constructif, qui doit être adaptée aux sollicitations d'efforts en compression,
- de la qualité des détails des systèmes constructifs qui doivent notamment garantir une bonne protection contre l'eau et l'humidité,
- de la qualité de l'exécution des ouvrages.

La maçonnerie de BTC est, dans la plupart des cas, destinée à rester apparente.

Le comportement structurel des maçonneries en BTC étant similaire à celui d'une maçonnerie conventionnelle ou classique, nous utiliserons les règles de conception et de dimensionnement données par l'Eurocode 6 et ses annexes nationales pour définir les règles applicables au BTC.

2. DOMAINE D'EMPLOI VISÉ PAR L'ATEX

2.1. DOMAINE D'EMPLOI, PRINCIPE CONSTRUCTIF ET TYPES D'OUVRAGES

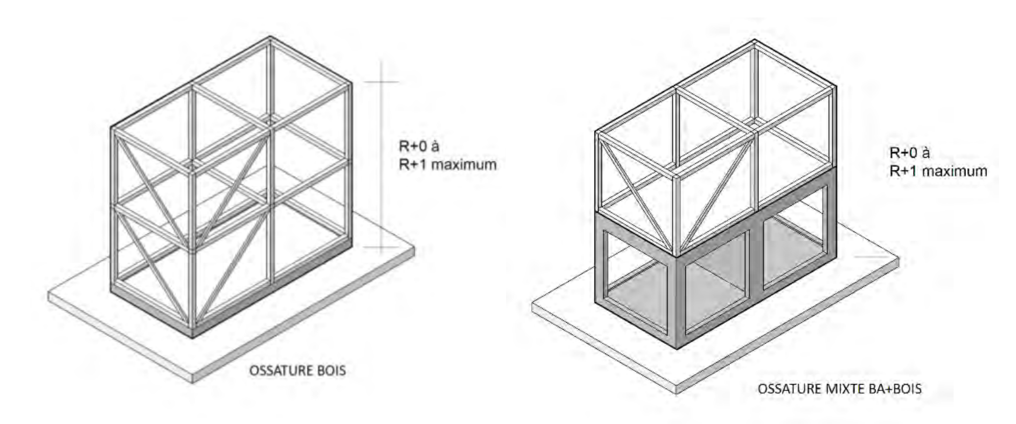
Ce document s'applique à la réalisation en Guyane de murs non porteurs en blocs de terre comprimée (BTC), soit continus en enveloppe externe, soit discontinu en pan de maçonnerie de remplissage, constituants les parois extérieures de bâtiments en ossature porteuse soit en bois, soit en béton, soit mixte béton-bois.
Il s'applique également à la réalisation du remplissage non porteur en BTC des parois d'ossature pour la réalisation des murs intérieurs.
Les maçonneries visées par le document sont des murs de type murs simples ou murs avec doublage (type I et II au sens du NF DTU 20.1 P3).
Les ouvrages d'ossatures ne sont pas visés par cette ATex.

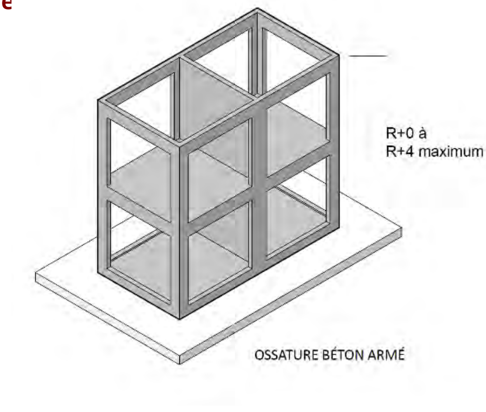
2.1.1. PRINCIPE CONSTRUCTIF

Le principe constructif associe une ossature porteuse à des murs non porteurs en maçonnerie de blocs de terre comprimée.
Le principe constructif concerne des bâtiments à ossature porteuse du type :

- **Ossature bois de 2 niveaux maximum (R+0 et R+1)**
- **Ossature mixte béton-bois de 2 niveaux maximum (R+1) avec une ossature béton en rez-de-chaussée et une ossature bois au R+1.**
- **Ossature béton de 4 niveaux maximum (R+3) ou pour l'habitation les opérations de la 2e famille (R+3 avec duplex admis au dernier niveau)**

L'ossature assure la stabilité de la construction. Elle permet de reprendre les efforts e bâtiment est soumis : charges propres, charges d'exploitation, surcharges.



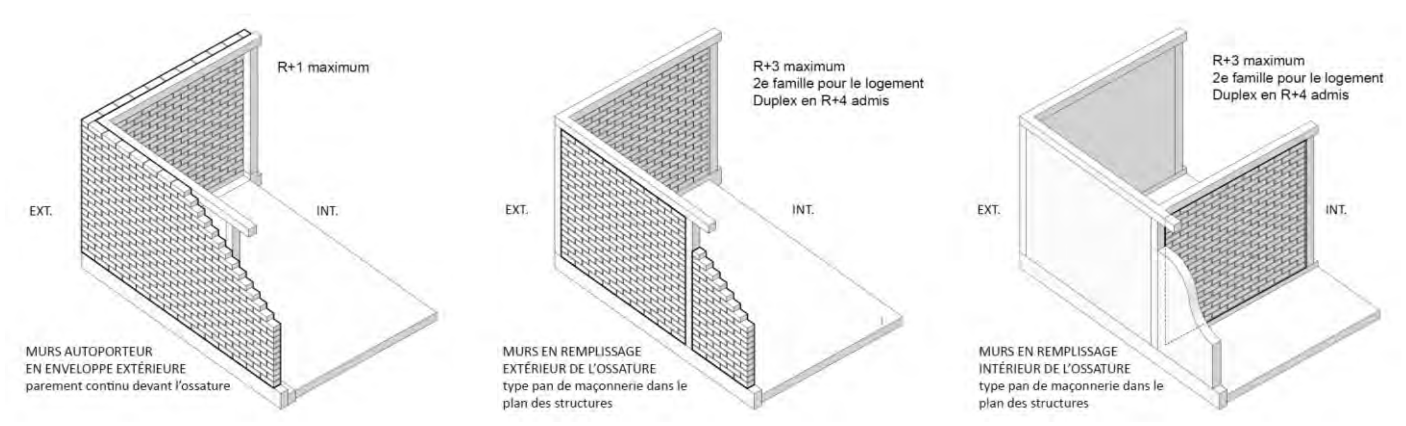


2.1.2. TYPES D'OUVRAGES

Quel que soit leur type, les murs de BTC n'assureront pas de fonction structurelle.

Les ouvrages visés sont :

- **Des murs en BTC autoporteurs formant l'enveloppe continue extérieure d'une ossature porteuse de 1 ou 2 niveaux maximum (R+0 et R+1).**
- **Des murs extérieurs** non porteurs en remplissage d'une ossature porteuse **formant des pans de maçonnerie dans le plan des structures.**
- **Des murs intérieurs** non porteurs en remplissage d'une ossature porteuse **formant des pans de maçonnerie dans le plan des structures.**



Les murs pourront être autoporteurs (auto-stables) ou assurer leur stabilité en liaison avec l'ossature.

Les BTC utilisés pour la réalisation des parois devront être conformes à la norme XP P13-901.
Hors cas spécifique décrit dans ce document, la conception des maçonneries en BTC répondra aux exigences de dimensionnement des ouvrages de maçonnerie selon l'Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie (NF EN 1996).

Tableau 1 : Tableau synoptique des dispositions constructives visées et des hauteurs maximums autorisées

Hauteur maximum autorisée	**Type d'ossature**		
Type de mur BTC - *Fonction non structurelle*	**BOIS**	**BETON/BOIS**	**BETON**
Paroi continue en enveloppe extérieure *hors plan des structures*	**R+1**	**R+1**	**R+1**
Paroi en pans de maçonnerie, extérieure et intérieure *dans le plan des structures*	**R+1**	**R+1**	**R+3** **2e famille pour le logement** **Duplex en R+4 admis**

2.1.3. FONCTIONS ASSURÉES PAR LES OUVRAGES

Les maçonneries de BTC non porteuse décrites dans cette Atex ont pour fonction la réalisation de l'enveloppe extérieure des bâtiments et la partition des espaces intérieurs.

La maçonnerie doit pouvoir assurer sa stabilité, seule ou associée à l'ossature et résister aux pressions et dépressions dues au vent. La stabilité mécanique des maçonneries de BTC sera évaluée face aux actions définies par la NF EN 1991 et ses annexes nationales (actions gravitaire, climatiques, accidentelles, sismiques)

Elles peuvent contribuer à garantir :

- **La résistance à la pénétration de la pluie** des parois extérieures verticales, associées au système de soubassement et de couverture ainsi qu'aux systèmes spécifiques de liaison à d'ossature et aux menuiseries. Les murs extérieurs, soit en enveloppe continue soit en remplissage discontinu entre poteau d'ossature doivent jouer le rôle de protection contre les intempéries du complexe du mur (ossature, doublage et isolant si nécessaire).
- **Les exigences de la réglementation thermique et acoustiques** de la RTAA DOM 2016, associées ou non à d'autres ouvrages complémentaires de la construction.
- **Les exigences de la réglementation incendie**, seules ou associées à des dispositions complémentaires suivant le niveau d'exigences visé.

2.2. CATÉGORIES D'IMPORTANCE DU BÂTIMENT CONSIDÉRÉ

Cette ATEx concerne l'emploi de la technique du BTC pour la réalisation de bâtiments ou de partie de bâtiment d'usage courant.
On entend par bâtiment d'usage courant principalement :
• les maisons unifamiliales isolées ;
• les maisons jumelées ou en bande ;
• les bâtiments d'habitations collectives (2e famille maximum);
• les bâtiments à usage de bureaux, scolaire, hospitaliers, hôteliers, etc. ;
• les bâtiments à structure maçonnerie, dont la partie supérieure est en structure bois.

Elle s'applique aux autres bâtiments pour les exigences et les sollicitations qu'ils ont en commun avec les bâtiments d'usage courant (locaux à usage commercial, bâtiments industriels ou agricoles, etc.)

2.3. CONTRAINTES GÉOGRAPHIQUES DU LIEU D'IMPLANTATION

La technique décrite concerne le département de la Guyane.

2.3.1. ZONES CLIMATIQUES

La Guyane est classée zone 1 effet de vent. La valeur de base (Vb,0 m/s) est de 17.
Selon l'Eurocode 1 actions sur les structures - Partie 1-4 : actions générales - Actions du vent, NF EN 1991 1-4, la Guyane n'est pas une zone soumise aux aléas cycloniques et aux tempêtes.

2.3.2. ALÉA SISMIQUE

Le procédé est destiné à être appliqué en Guyane, classée zone sismique 1, (très faible), (au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » de catégorie I, II, et III : bâtiments à usage d'habitation, les bureaux, les locaux à usage commercial, les bâtiments industriels ou agricoles, les établissements recevant du public (ERP : écoles, salles de réunion, musées, bibliothèques, etc.)
Il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages « à risque normal ».

3. CONCEPTION, DIMENSIONNEMENT & DÉTAILS CONSTRUCTIFS

3.1. PRINCIPE DE CONCEPTION DES OSSATURES PORTEUSES

3.1.1. GÉNÉRALITÉS

L'ossature porteuse béton ou bois, ou mixte béton-bois et, plus généralement, le système de structure porteuse du bâtiment – murs, voiles, dallages, planchers, toitures – assurera la rigidité-déformation de l'ensemble de la construction.
Les maçonneries de BTC n'assureront qu'un rôle de remplissage ou d'enveloppe, et n'auront aucun rôle structurel.

Le contreventement général des ouvrages sera assuré par les structures primaires (murs béton armé, triangulation bois, métal…) ayant une rigidité horizontale suffisante pour ne pas poser de problèmes de compatibilité de déformées horizontales avec les parois en BTC de remplissage.

La superposition des remplissages en BTC sur plusieurs niveaux dans le plan d'une ossature demande un soin particulier au dimensionnement des poutres des ossatures, supports des remplissages :

- De telle sorte que le fléchissement de celle-ci, n'entraine pas des déformations trop importantes du panneau de remplissage qui pourrait amener des efforts de flexion dommageables aux maçonneries de BTC – seuls des déplacements de l'ordre millimétrique sont autorisé *(Cf note de calcul en annexe).*
- De telle sorte que le panneau de remplissage en BTC ne subisse aucune mise en charge par la déformation des structures, comme, par exemple, le fléchissement de la poutre haute sous l'effet du poids du pan de maçonnerie supérieur.

La compatibilité des déformations verticales de l'ossature avec l'usage des BTC en panneaux de remplissage doit être prise en compte de telle sorte que les flèches de la structure primaire soient limitées au maximum à 1/500 de leurs portées.
Flèche maximale = L/500
Avec L : portée de la structure entre poteaux ou éléments verticaux d'ossature.

3.1.2. OSSATURE BOIS

3.1.2.1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

La conception des ossatures bois porteuses devra obligatoirement respecter les règles de conceptions et de dimensionnement suivantes :

- L'Eurocode 0 – NF EN 1990 - Base de calcul des structures - avec ses annexes nationales
- L'Eurocode 5 - NF EN 1995 – Conception et calcul des structures en bois
- Le DTU 31.2 Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois (*le document* n'*est applicable qu'en France métropolitaine, les dispositions particulières liées au contexte guyanais sont explicitées au point suivant 3.1.2.2.)*
- Le DTU 31.1 - Charpente et escaliers en bois *(idem point précédent)*
- DTU P92-703 - Règles BF 88 - Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois
- Règles professionnelles Afcobois - Cahier d'Irabois n° 8 " Construction en bois massif "
- Les Eurocodes 1, 2 avec leurs annexes nationales (NF EN 1991-1-3/4, etc.)

Le contreventement des ossatures bois pourra être réalisé par :

- Des éléments de triangulation
- Des panneaux à ossature bois
- Des murs ou remplissages en maçonnerie - à l'exclusion des remplissages en BTC visé par le document.

Le dimensionnement des éléments de l'ossature, poteaux, poutres et contreventements, sera réalisé suivant les règles de l'art.

3.1.2.2. DISPOSITIONS PARTICULIÈRES LIÈES AU CONTEXTE GUYANAIS

GÉNÉRALITÉS

La construction en bois en Guyane est une technique de construction traditionnelle largement répandue du fait de la disponibilité locale d'essences particulièrement résistantes et durables.
Les risques de dégradation encourus par les bois en œuvre dans un ouvrage vont dépendre de plusieurs facteurs, en particulier l'humidité et la température auxquels les bois vont être exposés. Il faut être particulièrement attentif aux attaques qui peuvent être aussi bien dues aux xylophages (entre autres les termites) qu'à différentes espèces de champignons. En l'absence de dispositions anti termites spécifiques (traitement termicides, barrières physiques ou physico-chimiques, pièges, etc.) les bois utilisés seront les essences résistant naturellement aux termites[1].
La conception des ossatures doit permettre d'éviter la présence prolongée d'eau ou d'humidité qui pourrait favoriser les attaques de champignons.

CLASSES D'EMPLOI DES BOIS

Les bois d'ossature employés en murs extérieurs seront de classe 3.
Les bois de classe 3 peuvent être soumis à des alternances rapides d'humidité et de séchage. Ils sont naturellement résistants aux attaques de xylophages.
Les lisses basses des ossatures des murs intérieurs des premiers niveaux des constructions devront également être de classe 3.
De même, toute partie d'ossature susceptible d'être soumise à la présence répétée d'humidité devra être de classe 3

Du fait de l'eau et de l'humidité apporté occasionnellement par la mise en œuvre du mortier à la pose des BTC, les éléments verticaux et horizontaux composant les murs intérieurs des ossatures en contact avec la maçonnerie sont au minimum de classe d'emploi 2.
L'utilisation de bois de classe 2 est possible pour certaines pièces intérieures de la structure, il nécessite un traitement chimique les rendant résistants aux attaques de xylophages[2]. Le choix de l'emplacement de ces pièces dans la structure doit les garder de toute attaques de champignons.

L'entrepreneur est tenu de fournir au maître d'ouvrage une notice technique indiquant quelles sont les essences de bois utilisées, quelles sont leurs emplacements dans la structure ainsi que les traitements utilisés et leurs compositions détaillées.

3.1.3. OSSATURE BÉTON

La conception des ossatures béton porteuses devra obligatoirement respecter les règles de conceptions et de dimensionnement suivantes :

- L'Eurocode 0 – NF EN 1990 - Base de calcul des structures - avec ses annexes nationales
- L'Eurocode 2 - NF EN 1992 - Calcul des structures en béton
- DTU 21 - Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton
- La norme NF EN 13670 Exécution des structures en béton
- La NF EN 206 béton et EN 10080 Acier pour l'armature du béton
- L'Eurocodes 1 et ses annexes nationales (NF EN 1991-1-3/4)

Le dimensionnement des éléments de l'ossature, sections des poteaux et des poutres, armatures et contreventements, sera réalisé suivant les règles de l'art.

Le contreventement des ossatures béton pourra être réalisé par :

- Des voiles béton armé
- Des remplissages en maçonnerie (à l'exception des remplissages en BTC).

---

1 Suivant la protection contre les termites en application des articles R.112-2 à R.112-4 du 27 juin 2006 et suivant l'arrêté du 6 février 2010 ainsi que l'arrêté du 28 novembre 2014 modifiant l'arrêté du 27 juin 2006.
2 Les bois de classe 2, même traités, sont utilisables en intérieur et peuvent être soumis à un risque d'humidité ponctuelle.

3.2. PRINCIPES DE CONCEPTION DES MURS NON PORTEURS EN BTC

3.2.1. PRINCIPES DE STABILITÉ

Les murs peuvent être autoporteurs - donc auto-stables - ou assurer leur stabilité en liaison avec l'ossature.
Dans tous les cas les maçonneries doivent être conçues de telle sorte qu'elles résistent aux charges auxquels elles sont soumises :

- **poids propre ;**
- **action du vent ;**
- **conditions spécifiques d'exploitation si nécessaire.**

Quel que soit leur type, les murs en BTC seront tenus en tête et maintenus mécaniquement à l'ossature de manière à éviter le déversement :

- **Les pans de mur non porteurs discontinus sont tenus en tête à l'ossature par des systèmes linéaires régnant sur la longueur du mur de type feuillure ou cornière ou par des systèmes de liaisons ponctuelles réalisées par des attaches d'ancrage de type feuillard, fil ou pointe réparties régulièrement sur la longueur du mur.**
- **Les murs en BTC continus en enveloppe extérieurs hors plan de l'ossature sont tenus en tête par un chaînage (béton armé ou bois selon les cas). Celui-ci sera, si nécessaire, relié à l'ossature.**

La stabilité des murs, continus ou discontinus, doit être renforcée au droit des éléments verticaux d'ossature par des systèmes de liaisons mécaniques soit :

- **Sur toute la hauteur du mur :** soit par le profil des ossatures qui peut former des feuillures, des gorges ou des rainures permettant de tenir des bords latéraux des pans de maçonnerie, soit par des pièces rapportées verticalement : pièces de bois fixées à l'ossature, poteaux moisés, cornière métallique, etc.
- **Sur la hauteur du mur par des attaches ponctuelles régulièrement réparties :** feuillards ou fils métallique par exemple.

La présence de contrefort peut également améliorer la stabilité des pans de maçonnerie.

Sachant que la maçonnerie de BTC résiste bien en compression, mais mal en traction, flexion et cisaillement, il faut éviter ce type de sollicitations et limiter les actions de poinçonnement.
D'une manière générale l'ossature sera conçue et dimensionnée de telle sorte qu'aucun déplacement ou déformation de la structure ne puisse mettre en charge les remplissages en BTC.

Il conviendra d'éviter l'application de charge concentrées ainsi que de charges excentrées sur murs non porteurs.
On portera une attention toute particulière aux potentiels zones de concentration de contraintes. Les fixations mécaniques pour éléments de structure ou objets lourds ne doivent pas être ancrées dans les BTC.

On cherchera dans tous les cas à réduire le poids du remplissage des parois en étage en privilégiant des parois peu épaisses.

De ces principes généraux découle la forme couramment projetée des murs en BTC, une géométrie simple et régulière des élévations et l'utilisation de murs minces, murs minces à contrefort ou de murs épais à forte section.

3.2.2. SENSIBILITÉ À L'EAU

3.2.2.1. SENSIBILITÉ À L'EAU DES BTC

Les caractéristiques mécaniques du BTC baissent sensiblement lorsque la teneur en eau du matériau augmente, (cf. norme XP P13-901) :

- Résistances à la compression réduite
- Résistance à l'abrasion plus faible
- Variations dimensionnelles

Pour assurer la pérennité de la construction il y a lieu de respecter les principes constructifs suivants qui permettront de maintenir les éléments d'ouvrage à une teneur en eau satisfaisante.

Il est proscrit de construire des ouvrages en BTC en zone inondable.

3.2.2.2. PROTECTIONS BASSES ET HAUTES DE MURS

- FONDATIONS : elles seront construites en matériaux non sensibles à l'eau : béton banché, béton armé, maçonneries de petits éléments (agglomérés de béton, pierres, etc.).
- SOUBASSEMENT : il doit former un dispositif de rupture capillaire. Le soubassement aura une hauteur suffisante au-dessus du sol extérieur fini pour protéger du ruissellement des eaux de pluie à la surface du sol, du rejaillissement et des projections (circulation automobile par exemple). *Voir partie 3.7.1*.
- COUVERTURE protégeant le haut des murs des écoulements et des infiltrations des eaux de pluie. *Voir partie 3.5.1*.

3.2.2.3. SENSIBILITÉ À L'EAU DES JONCTIONS OSSATURE ET REMPLISSAGE

Les façades en remplissage de maçonnerie d'une ossature bois, du type « pan de bois », présentent une grande sensibilité à l'eau au niveau des jonctions entre l'ossature et le remplissage tant en termes d'étanchéité que de zones potentielles de présence d'humidité. Des dispositions doivent donc impérativement être prises pour empêcher la pénétration de l'eau de pluie.

3.2.2.4. DRAINAGE

À proximité des bâtiments en BTC, il convient de prévoir d'évacuer au mieux les eaux de surface et souterraines :

- Drainer les abords des fondations lorsque la topographie et les conditions hydrogéologiques le nécessitent : une ceinture de drainage assurant une bonne évacuation des eaux est essentielle ;
- Empêcher les apports et la stagnation d'eau en pied de mur (descentes d'eau pluviale, VRD, etc.). Le terrain aux abords directs sera nivelé si possible avec des pentes écartant l'eau de l'ouvrage ;
- Ne pas gêner l'évaporation dans le terrain à la périphérie de l'immeuble.

Il n'existe pas de détail spécifiquement lié à la construction en BTC relatif au drainage. Il pourra être fait référence au NF DTU 20.1 P4 en ce qui concerne le drainage et la réalisation des ouvrages enterrés.

3.2.2.5. PIÈCES HUMIDES

Il est nécessaire d'aborder de manière appropriée la conception des pièces où la présence d'humidité est importante (bain, douche).
Pour mémoire, la première des dispositions pour éviter la présence prolongée d'humidité est une bonne ventilation des pièces humides ainsi que celles des vides de constructions (dessous de baignoire, doublage des murs...)

Les dispositions particulières pour les pièces humides où la présence d'humidité est fréquente (douches, bain, etc.) sont décrites à la partie *3.7.12.2. Revêtements spécifiques pièces d'eau et salle de bain.*

L'autorisation ou la limitation d'usage des BTC en paroi apparente des locaux est décrite en fonction du "classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois"[3]. Ce classement (tableau 3) prend en compte les critères d'hygrométrie des locaux, d'exposition à l'eau et d'entretien et de nettoyage.

L'usage du BTC sans protection ou revêtement de surface particulier est possible pour des locaux ou espaces :

- à hygrométrie de faible à forte ($W/n \leq 7{,}5$ g/m³)[4]
- où l'exposition à l'eau correspond à des projections et des ruissellements épisodiques
- où L'eau intervient seulement pour l'entretien et le nettoyage, mais jamais sous forme d'eau projetée sous pression. Le nettoyage est réalisé selon des méthodes et avec des moyens non agressifs.

L'usage du BTC en mur apparent est donc permis dans les locaux classés EA (locaux secs ou faiblement humides) ou EB (locaux moyennement humides)

Les parois en BTC dans des locaux classés EB+ locaux privatifs doivent être systématiquement protégées par un doublage réalisé conformément aux des dispositions décrites au *3.7.12.2. Revêtements spécifiques pièces d'eau et salle de bain.*
L'utilisation du procédé pour des locaux classés EB+ collectifs ou EC n'est pas visée par la présente ATEx.

Dans tous les cas, l'attention du maître d'ouvrage sera attirée sur les conditions d'entretien des murs apparents en BTC et des éléments contigus qui ne doivent pas être nettoyés par utilisation d'eau sous pression.

Les nettoyages réguliers ne devront pas non plus s'effectuer avec des produits agressifs (alcalins, acides chlores, …) et avec de l'eau d'une température supérieure à 40 °C.

---

3 Classement des locaux humides - Cahier 3567 - Cahier du CSTB - mai 2006
4 W/n ou W est la quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur d'un local par heure, exprimée en grammes par heure (g/h) et n le taux horaire de renouvellement d'air exprime en mètres cube par heure (m3/h)

Tableau 2 : Classement des locaux en cours d'exploitation en fonction de leur hygrométrie, du degré d'exposition à l'eau d'au moins une paroi, son entretien et son nettoyage - Cahier 3567 - Cahier du CSTB - mai 2006

Types de local	Hygrométrie du local	Exposition à l'eau	Entretien – nettoyage	« Exemples » de classement minimal de locaux
EA Locaux secs ou faiblement humides	Faible hygrométrie	Les parois ne sont pas exposées a l'eau.	L'eau intervient seulement pour l'entretien et le nettoyage, mais jamais sous forme d'eau projetée. Nettoyage réalisé selon des méthodes et avec des moyens non agressifs.	Locaux normalement ventilés et chauffés : Chambres ; Locaux de bureau ; Couloirs de circulation.
EB Locaux moyennement humides	Hygrométrie moyenne	En cours d'exploitation du local, l'eau intervient ponctuellement sous forme de rejaillissement sans ruissellement.	L'eau intervient pour l'entretien et le nettoyage, mais jamais sous forme d'eau projetée sous pression. Nettoyage réalisé selon des méthodes et avec des moyens non agressifs.	Locaux normalement ventilés et chauffés : Locaux a usage collectif : Salles de classe ; Locaux a usage privatif : Local avec un point d'eau (cuisine, W.C., ...) ; Celliers chauffes ; Cuisines privatives.
EB+ Locaux privatifs Locaux humides à usage privatif	Forte hygrométrie	En cours d'exploitation du local, l'eau est projetée épisodiquement sur au moins une paroi (ruissellement).	L'eau intervient pour l'entretien et le nettoyage, mais jamais sous forme d'eau projetée sous pression. Nettoyage réalisé selon des méthodes et avec des moyens non agressifs.	Locaux normalement ventilés et chauffés : Salles d'eau intégrant un receveur de douche et / ou une baignoire ; Celliers non chauffés, garages ; Cabines de douche ou salles de bains a caractère privatif dans des locaux recevant du public : douches dans les hôtels, les résidences de personnes âgées et dans les hôpitaux ; Bloc W.C. et lavabos dans les bureaux.
EB+ Locaux collectifs Locaux humides à usage collectif	Forte hygrométrie	En cours d'exploitation du local, l'eau intervient sous forme de projection ou de ruissellement et elle agit de façon discontinue pendant des périodes plus longues que dans le cas EB+ privatifs, le cumul des périodes de ruissellement sur 24 h ne dépassant pas 3 heures.	L'eau intervient pour l'entretien et le nettoyage. Ce type de locaux est normalement lavé au jet : des dispositions d'évacuation d'eau au sol doivent être prévues (exemple siphon de sol). Le nettoyage au jet d'eau sous pression supérieure a 10 bars est exclu. Le nettoyage (fréquence généralement quotidienne) est réalisé avec des produits de pH entre 5 et 9 a une température ≤ 40 °C.	Douches individuelles a usage collectif dans des locaux de type : internats, usines ; Vestiaires collectifs sauf communication directe [1] avec un local EC ; Offices, local de réchauffage des plats sans zone de lavage ; Salles d'eau a usage privatif avec un jet hydro-massant dans le receveur de douche et/ou la baignoire ; Laveries collectives n'ayant pas un caractère commercial (école, hôtel, centre de vacances, ...) ; Sanitaires accessibles au public dans les locaux de type ERP : école, hôtels, aéroports, ...
EC Locaux très humides en ambiance non agressive	Très forte hygrométrie	L'eau intervient de façon quasi continue sous forme liquide sur au moins une paroi.	Le nettoyage au jet d'eau sous haute pression est admis. Le nettoyage (fréquence généralement quotidienne) peut être réalisé avec des produits agressifs (alcalins, acides chlores, ...) et/ou a une température ≤ 60 °C. Les revêtements de finition des parois du local et les interfaces (mastic, garniture de joints, ...) doivent être compatibles avec l'agressivité des produits d'entretien (pH), du nettoyage (pressions des appareils) et de la température.	Douches collectives, plusieurs personnes a la fois dans le même local : stades, gymnases, ... ; Cuisines collectives (2) et sanitaires accessibles au public si nettoyage prévu au jet d'eau sous haute pression et/ou avec produit agressif ; Laveries ayant un caractère commercial et destinées a un usage intensif ; Blanchisseries centrales d'un hôpital ; Centres aquatiques, balnéothérapies, piscines (hormis les parois de bassin) y compris locaux en communication directe avec le bassin.

Usage non autorisé

3.2.3. SOLLICITATIONS À L'ABRASION

Dans les cas d'utilisation courante, les murs ne sont pas soumis à des risques d'abrasion élevés. Les BTC présentent une résistance à l'abrasion suffisante pour un usage en mur extérieur ou intérieur subissant une sollicitation normale.

Dans le cas où une sollicitation supérieure est exigée, les blocs peuvent être soumis au préalable à un essai de résistance à l'abrasion selon les modalités de la norme XP P 13-901, et vérifier que le coefficient d'abrasion minimal de 5 cm^2/g est atteint.

Si aucun essai n'a été réalisé ou si le coefficient minimal n'est pas atteint, il faut prévoir des protections mécaniques des parties sensibles des parois en parties courantes, ainsi qu'au niveau des encadrements des ouvertures.

3.3. PRINCIPES DE MAÇONNERIE EN BTC : BLOCS, APPAREILLAGE ET CALEPINAGE DES PLANS

3.3.1. TYPE DE BTC

Les murs non porteurs sont constitués de BTC pleins et sans emboîtement selon la norme XP P13-901.

Pour rappel le BTC est classé suivant 3 classes [5] :

- **BTC 20 : résistance minimale pour le fractile 0,05 $R_{min0,05}$ = 2 MPa**
- **BTC 40 : résistance minimale pour le fractile 0,05 $R_{min0,05}$ = 4Mpa**
- **BTC 60 : résistance minimale pour le fractile 0,05 $R_{min0,05}$ = 6Mpa**

Les façades extérieures utiliseront exclusivement des blocs de classe 40 et 60 et de catégorie H ou de catégorie 0 avec enduit ou revêtement d'étanchéité
Toutes les classes de résistance de BTC peuvent être utilisées pour les autres types d'ouvrages.

On assimilera la résistance moyenne à la compression du bloc f_b à la valeur $R_{min0,05}$ tel que précisé précédemment.

Tableau 3 : tableau des résistances moyennes à la compression f_b en fonction des classes de BTC

Classe de BTC	BTC20	BTC40	BTC60
Résistance moyenne à la compression f_b	2 MPa	4 MPa	6 MPa

f_b est assimilé à Rmin0,05 soit la résistance minimale défini selon la norme XP P13-901 : $R_{min0.05} \geq Rck_{0.05}$ ou $Rck_{0.05}$ est la résistance mécanique caractéristique à la compression telle que 95% des blocs auront une résistance supérieure (fractile de 5%).
$Rck_{0.05}$ la valeur calculée selon Annexe D de l'eurocode 0 (EN1990) dimensionnement assisté par l'expérimentation.
Pour rappel, la méthode de calcul de la valeur $Rck_{0.05}$ en fonction du nombre d'échantillons est la suivante :
R_i est la valeur d'essai de compression
m_x est la moyenne des résultats d'essai Ri de n échantillon

$Rck_{0.05} = m_x \cdot (1 - k_n V_x)$

$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \Sigma (x_i - m_x)^2$

$V_x = S_x / m_x$

Tableau 4 : valeurs de k_n pour V_x inconnu et pour la valeur caractéristique de 5%

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	-
V_x inconnu	-	-	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

D'autre part, il est rappellé qu'aucune de valeur d'essai de compression R_i ne peut être inférieur à 80 % de cette résistance minimale : $R_i > 0.8 \times R_{min0.05}$. L'apparition de tout résultat < 0,8 fois la définition de la classe correspondante entraîne la non-conformité du lot de BTC.
Avec R_i la valeur d'essai individuelle pour compression de 2 demi blocs et joint horizontal de mortier de recette prévu.

[5] Norme : AFNOR. XP P13-901 ; Blocs de terre comprimée pour murs et cloisons : Définitions - Spécifications - Méthodes d'essais - Conditions de réception. Saint-Denis La Plaine Cedex: AFNOR, 2001.

CATÉGORIES DE BTC :

- **0 – usage ordinaire – paroi courante sans qualité spécifique pour le parement – à vocation à recevoir une finition de type enduit**
- **P – usage en parement – pour un usage destiné à rester apparent**
- **S – usage en milieu Sec**
- **H – usage en milieu Humide**

Pour les zones exposées à des risques de présence d'eaux de manière répétée et continue ou exposées à une humidité importante, base des murs en lien avec les dalles et planchers, murs de pièces humide exposé au ruissellement, pied de façade, etc., hors dispositif spécifique de protection, il devra être fait usages de BTC de catégorie H.

FORMES ET DIMENSION DES BTC

Les blocs de terre comprimée sont des petits éléments de maçonnerie de forme parallélépipédique dont les dimensions diffèrent selon les types de presses et les moules utilisés. Les produits obtenus peuvent être extrêmement variés cependant la tradition de production des blocs de terre comprimée a adopté des dimensions permettant de réaliser des murs de 14, 22, 29,5 ou 45 cm d'épaisseur.

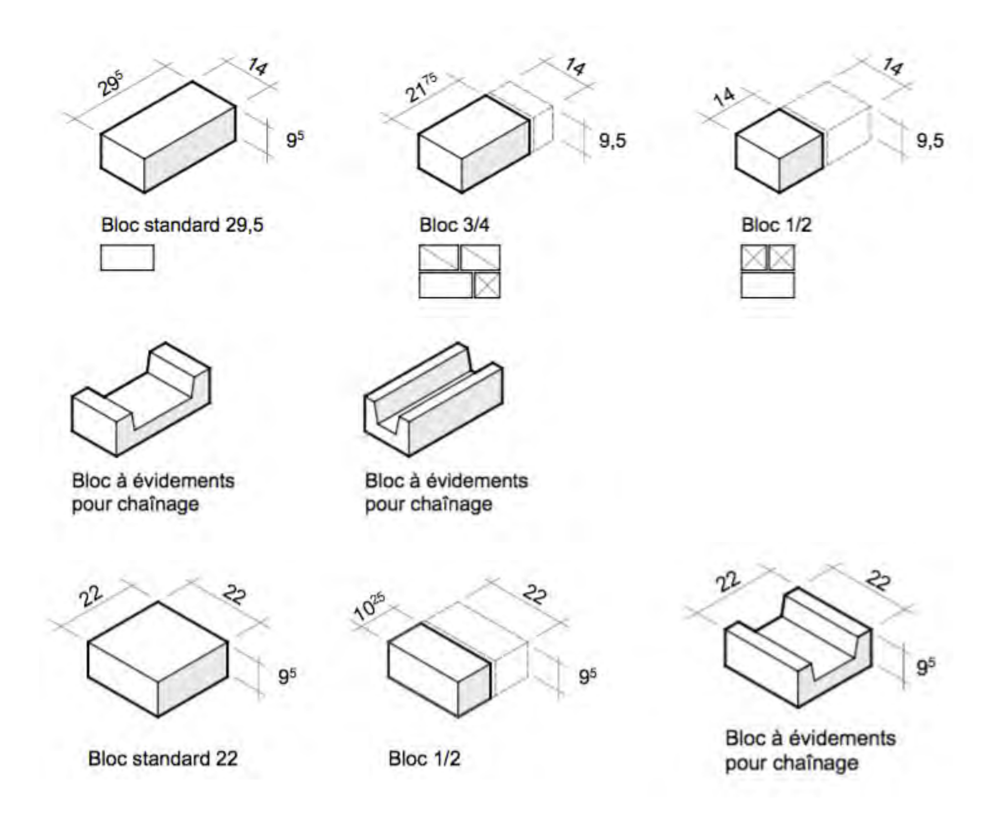
Les BTC sont de forme générale parallélépipédique. Les blocs les plus couramment produits sont :

- Les blocs dits "courants", qui sont utilisés pour constituer les parties pleines des murs ou des cloisons. Les blocs courants peuvent être entiers ou partiels (¾ ou ½). Ce sont des blocs pleins.
- Les blocs "accessoires", qui sont de formes ou de structures internes différentes de celles des blocs courants auxquels ils sont associés. Généralement, ils présentent un évidement plus ou moins important pour la réalisation de points particuliers de la maçonnerie tels que : chaînage horizontal, linteau, etc. Exemples : blocs de chaînage, blocs feuillure, blocs linteau, etc.
- Les blocs dits "de parement", qui sont des blocs dans lesquels la ou les faces vues sont réalisées de manière à constituer le parement fini du mur. Il s'agit également de blocs pleins.

Les BTC peuvent être classés dans le groupe 1, Éléments pleins ou constitués de trous de faible importance selon l'Eurocode 6[6].

Les blocs courants de BTC les plus souvent utilisés sont de dimension 29,5 x 14 x 9,5 cm et 22 x 22 x 9,5 cm

Les maçonneries de BTC sont appareillées avec des blocs entiers, ¾ et ½.
Il est proscrit d'utiliser des blocs de dimension inférieure au ½ bloc.



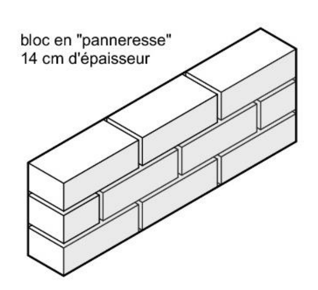
6 Tableau 3.1 de l'eurocode 6 - groupe 1 : bloc dont le pourcentage de volume des alvéoles (trous, réservation, évidemment...) est inférieur à 25 %.

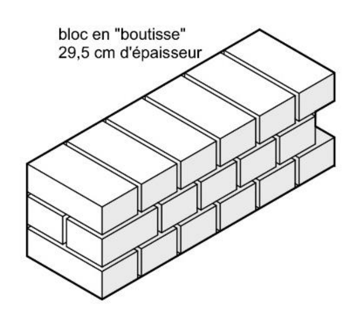
3.3.2. APPAREILLAGE

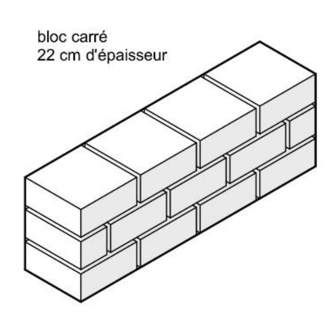
Le terme "appareillage" désigne le mode d'arrangement, d'assemblage et donc de liaison des blocs de terre comprimée entre eux, dans toutes les directions d'une structure en maçonnerie (plan horizontal et vertical, épaisseur du mur).
Le rôle de l'appareillage est essentiel pour garantir la cohésion, la stabilité et la résistance d'une structure en maçonnerie de petits éléments jointoyés au mortier.
Les dispositions de l'appareillage déterminent la position de chacun des blocs de terre, d'une assise à l'autre et servent notamment à éviter ce que l'on nomme un "coup de sabre" résultant de la superposition ou de la trop grande proximité de deux joints verticaux qui risque de favoriser la propagation de fissures structurales.
L'appareillage des blocs doit donc se faire impérativement à joints verticaux décalés d'une rangée sur l'autre pour garantir un comportement monolithique de la maçonnerie.

La logique d'appareillage et la rigueur dans la conception du projet entraînent une simplicité de réalisation.

Le choix d'un appareillage doit être déterminé avant la mise en œuvre de la maçonnerie et dépend de cinq facteurs que l'on doit considérer ensemble :
1 - du type de structure ;
2 - de la taille de la structure ;
3 - de la dimension des blocs de terre comprimée ;
4 - de la qualification des maçons (degré de complexité adapté) ;
5 - de l'effet esthétique recherché sur l'aspect fini du parement de l'ouvrage.



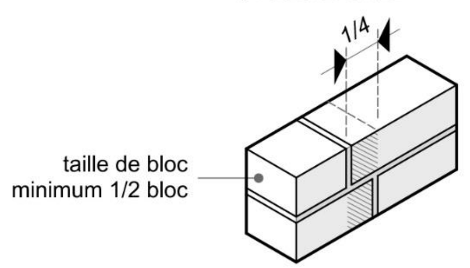




3.3.3. RECOUVREMENT MINIMUM

En dehors des joints de fractionnement, les joints alignés verticalement sont proscrits d'une assise sur l'autre

Le décalage des joints verticaux d'une assise à l'autre doit toujours être au minimum égal au 1/4 de la longueur du bloc entier.



Dans tous les cas il convient d'appliquer les règles de recouvrement données par l'EC6. Dans ce cas, le recouvrement des éléments de maçonnerie ayant une hauteur inférieure ou égale à 250 mm doit être au minimum égal à 0,4 fois la hauteur de l'élément ou 40 mm. On choisira alors, selon les résultats obtenus - EC6 ou règle 3.3.3 ci-dessus - la plus grande des trois valeurs.

3.3.4. CALEPINAGE DES PLANS

Le "calepinage" désigne la planification de la disposition des blocs sur un plan ou une élévation. Cette étape est obligatoire dans la conception d'un édifice en maçonnerie de BTC.
Le dessin du calepinage des maçonneries sera réalisé avant le lancement des travaux par l'entreprise en charge des documents d'exécution (EXE), maitrise d'œuvre ou entreprise de construction selon les cas.
Le calepinage fera l'objet d'une vérification par un montage à sec au moment du démarrage de la maçonnerie des ouvrages *(cf. 6.3.2.1. Contrôle du calepinage en plan et en élévation)*

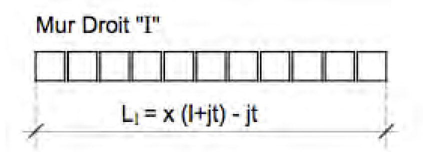
Afin d'identifier les problèmes de superposition des joints verticaux, il est conseillé de réaliser les plans :

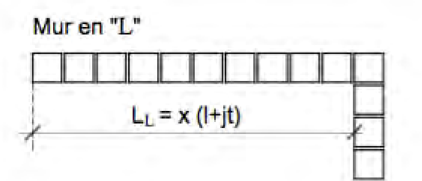
- des deux premières assises ;
- des deux assises aux dessus du niveau des ouvertures ;
- des assises particulières.

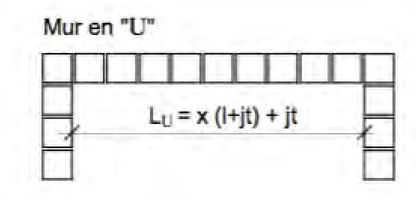
Le calepinage permet de déterminer avec précision :

- la manière dont les blocs sont disposés (notamment pour prendre en compte les cas particuliers tels que les angles, les jonctions, les baies) ;
- les types de blocs nécessaires (entier, ½, ¾) ;
- le nombre de blocs de chaque type.

Longueur L des murs suivant leur forme
x : nombre de demi-blocs
l : longueur du demi-bloc
jt : épaisseur du joint



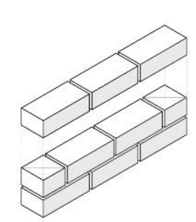


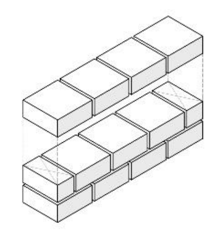


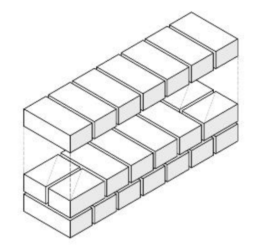
3.3.5. EXEMPLES D'APPAREILLAGE

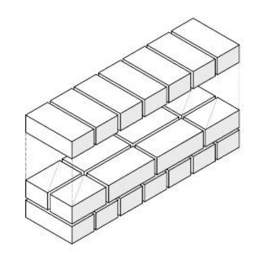
Il existe une multitude de types d'appareillages, les exemples ci-dessous sont donnés à titre indicatif mais de très nombreuses autres configurations sont possibles.

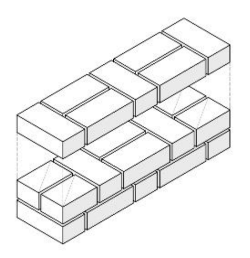
MUR DROIT SIMPLE ET DOUBLE ÉPAISSEUR











3.4. DIMENSIONNEMENT DES PAROIS

3.4.1. ÉPAISSEUR DES PAROIS

La dimension des blocs de BTC permet la réalisation de parois de différentes épaisseurs.
Les blocs de BTC de dimension 29,5 x 14 x 9,5 cm permettent la réalisation de parois d'une épaisseur de :

- 14 cm avec des blocs maçonnés en panneresse
- 29,5 cm avec des blocs maçonnés en boutisse

Les blocs de BTC de dimension 22 x 22 x 9,5 cm permettent la réalisation de parois d'une épaisseur de 22 cm

En remplissage d'ossature bois, seront privilégié les murs peu épais (14cm).
Les épaisseurs plus importantes (22 et 29,5 cm) seront principalement utilisées pour le remplissage des ossatures béton ou lorsqu'une performance particulière est recherchée (acoustique en mitoyenneté par exemple)

Le BTC permet également la réalisation de parois plus épaisses, dont les épaisseurs correspondent à un multiple des dimensions des blocs (+ 1 épaisseur de joint) : 45 cm, 60,5 cm, etc.

3.4.2. LONGUEUR MINIMALE

La longueur minimale des murs toutes épaisseurs confondues ne doit pas être inférieure à 45 cm ou à 1,5 fois la longueur de l'élément de maçonnerie, en retenant comme valeur minimal la plus grande de ces deux valeurs.

Les murs et éléments de murs formant des trumeaux d'une dimension moindre doivent, dans la plupart des cas, être évités du fait de leur mise en œuvre délicate.

3.4.3. LONGUEUR MAXIMALE

Quelle que soit la classe de BTC considérée et quelle que soit la hauteur des ouvrages, la longueur libre maximale des murs entre bords libres, murs de refends, contreforts doit être égale à :

$(26 \times (t_f + 1,5))+1,5$

ou t_f est l'épaisseur du mur[7]

- Soit pour un **mur de 14 cm** une longueur maximum de **404,5 cm**
- Soit pour un **mur de 22 cm** une longueur maximum de **612,5 cm**
- Soit pour un **mur de 29,5 cm** une longueur maximum de **807,5 cm**

Dans le cas d'une utilisation des BTC en pans de maçonnerie, toutes épaisseurs de mur confondues, on limitera la longueur maximale du mur entre poteaux ou éléments verticaux d'ossature à :

- **3,50 m pour une ossature bois**
- **5 m pour une ossature béton**

Une vérification par le calcul du fléchissement des poutres (basse et haute) devra être effectuée afin de vérifier que celui-ci reste d'un niveau millimétrique acceptable pour les maçonneries de BTC.
Pour rappel, les flèches de la structure primaire seront limitées à L/500 soit :

- **0,7 cm en valeur absolue maximum pour une ossature bois**
- **1,0 cm en valeur absolue maximum pour une ossature béton**

---

7 La longueur maximale d'un mur en BTC sert à prévenir les risques de fissuration des ouvrages liés au retrait du matériau lors de la phase de séchage. Au-delà des valeurs énoncées au paragraphe 3.4.3 une étude spécifique du retrait du matériau doit être effectuée. Ce dimensionnement limite est le résultat du retour expérience concernant le comportement des parois en BTC.

3.4.4. ÉLANCEMENT ET HAUTEUR MAXIMUM DES MURS

Dans le cas d'un mur de remplissage non chargé mais tenu en tête, quelle que soit l'épaisseur des murs et toutes classes de résistance confondues (BTC 20 à 60), le coefficient l'élancement des murs[8] est tel que de $h_f / t_f \leq 20$.

Avec h_f la hauteur du mur et t_f l'épaisseur du mur [9].

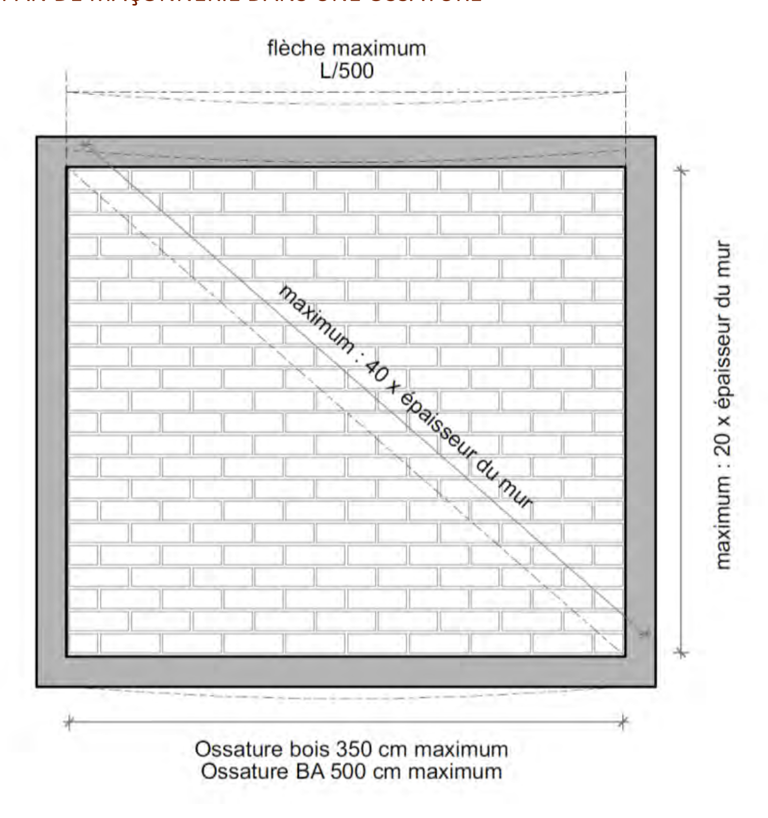
La longueur de la diagonale, en élévation, du pan de maçonnerie ne sera pas supérieure à 40 fois l'épaisseur du mur (40 x t_f)

Les pans de maçonnerie devront conserver en partie supérieure, entre le dernier rang de bloc et l'éléments horizontale d'ossature, un espace de jeu libre permettant le fléchissement millimétrique de la structure. Cette espace présentera une hauteur minimale supérieur à 10 mm et de préférence égale à 15 mm.

Cet espace sera traité soit :

- Par un élément formant couvre joint permettant un jeu libre entre les deux éléments (ossature et remplissage), l'ajout éventuel d'une bande de mousse type Compriband est autorisé dans l'espace libre pour assurer l'étanchéité à l'air.
- Par un joint constitué d'un mastic élastomère (*cf. 3.7.3.8. Traitement et étanchéité des joints*).

ÉLEVATION DE PRINCIPE D'UN PAN DE MAÇONNERIE DANS UNE OSSATURE



3.4.5. RÉSISTANCE À LA COMPRESSION

Suivant les usages autorisés, les maçonneries de remplissage réalisées en BTC présentent une résistance caractéristique à la compression sous charge verticale qui leur permet de supporter dans tous les cas les charges induites sous l'effet de leur poids propre[10] et cela quelle que soit la catégorie des blocs utilisés (BTC 20, 40 ou 60).

---

8 L'élancement est le rapport entre la distance verticale entre planchers, et l'épaisseur brute du mur porteur. Les valeurs maximales d'élancement données par l'EUROCODE 6 sont de 27, dans cette ATEx, les valeurs sont volontairement plus faibles par retours d'expériences. Dans le cas contraire une étude spécifique de stabilité devra être menée

9 Dans tous les cas, il convient de considérer que hf =h (h étant la hauteur réelle du mur) et tf = t (t étant l'épaisseur réelle du mur).

10 Valeur de contrainte de compression maximum sous poids propre pour un mur de 14cm d'épaisseur de l'ordre de 0,12 Mpa et pour une mur de 29,5 de l'ordre de 0,23 Mpa. La contrainte de compression et la vérification de la contrainte admissible pourront être calculées si nécessaire selon l'Eurocode 6.

3.4.6. RÉSISTANCE AU VENT

3.4.6.1. VALEUR DE RÉSISTANCE AU VENT

La résistance au vent hors plan des remplissages en BTC sera calculée selon la méthode de l'Eurocode 6.
On prendra pour hypothèse dans le calcul de la résistance au vent des ouvrages :

- Le calcul de la pression dynamique du vent selon l'Eurocode 1 actions sur les structures - Partie 1-4 : actions générales - Actions du vent, NF EN 1991 1-4, La Guyane est classée zone 1 effet de vent. La valeur de base (Vb,0 m/s) est de 17. La valeur est à moduler selon le contexte et les valeurs de la rugosité du site de construction (coefficient d'exposition et hauteur z par rapport au sol)
- Par défaut, des valeurs de f_{xk1} et de f_{xk2} respectivement de 0,10 et 0,30 MPa
- Une valeur de γ_{MBTC} de 3,3[11]

3.4.6.2. DISPOSITIFS DE LIAISON : TYPES ET RÉSISTANCES

Comme évoqué au point 3.2.1. Principes de stabilité, quel que soit leur type, les murs en BTC, de classe 40 ou 60, seront tenus en tête et maintenus mécaniquement à l'ossature. La résistance mécanique de cette liaison doit permettre, d'assurer la stabilité des maçonneries face à l'action du vent[12].

LIAISONS HORIZONTALES HAUTES

Les murs en BTC continus en enveloppe extérieurs hors plan de l'ossature sont tenus en tête par un chaînage (béton armé ou bois selon les cas). Celui-ci sera si nécessaire relié à l'ossature. L'espacement maximal des chaînages horizontaux est limité par la hauteur maximal d'élancement des murs et, dans tous les cas, ne sera jamais supérieur à 4 m.

Les pans de mur non porteurs discontinus seront tenus en tête à l'ossature soit :

- CAS 1 : par des systèmes linéaires régnant sur la longueur du mur de type feuillure, cornière ou pièces d'ossature rapportée. Ces éléments étant solidaire de l'ossature.
- CAS 2 : par des systèmes de liaisons ponctuelles réalisées par des attaches d'ancrage de type feuillard, fil ou pointe réparties régulièrement sur la longueur du mur.

Dans le cas 2, les attaches ponctuelles sont disposées régulièrement et espacées d'une distance maximum d'entraxe de 2 longueurs de blocs ou 62 cm (équivalent à deux longueurs pour des bloc de L : 29,5 cm).

LIAISONS VERTICALES

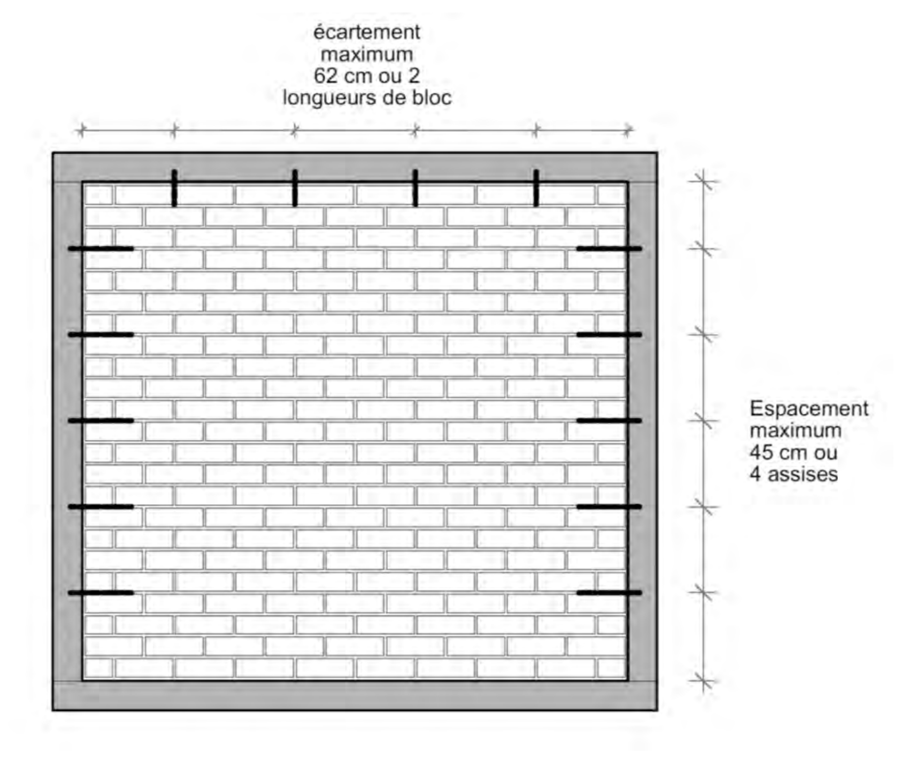
De la même manière que pour la liaison haute avec l'ossature, **la stabilité des murs, continus ou discontinus,** est renforcée au droit des éléments verticaux d'ossature par des éléments de maintien liés à l'ossature primaire :

- CAS 1 : linéaire sur toute la hauteur du mur, de type :
  - Profil particulier des ossatures en U, en gorge, à rainure ou à feuillure, permettant de maintenir les blocs.
  - Des éléments verticaux rapportés : cornière métallique ou pièces d'ossature bois rapportée (poteau moisé). Ces éléments étant solidaire de l'ossature.
- CAS 2 : ponctuelles, réparties régulièrement sur la hauteur du mur, réalisées par des attaches d'ancrage de type feuillard, fil ou pointe.

Dans le cas 2, les attaches ponctuelles seront disposées tous les quatre lits de maçonnerie ou espacées d'une distance maximum de 45 cm.

11 La valeur γ_{MBTC} correspond à la valeur maximale de référence γ_M issue de l'Eurocode 6, calcul des ouvrages en maçonnerie. Elle tient compte de la dispersion des résistances du matériau et de l'exécution. L'application du coefficient de sécurité γMBTC, permet de calculer la contrainte de compression de calcul en partie courante d'une paroi, ce qui ne dispense pas de vérifier que les contraintes localisées restent admissibles.
12 Voir note de calcul du bureau d'étude structure Vessière en annexe.

ÉLEVATION DE PRINCIPE DE LA RÉPARTITION DES ATTACHES DE LIAISON DANS LES DEUX DIRECTIONS



RÉSISTANCE DES LIAISONS

Les ancrages, dans l'ossature porteuse, des dispositifs de maintien linéaires ou ponctuels des pans de maçonnerie devront présenter une résistance calculée selon l'EN 1991-1-4 et son AN pour le calcul des actions.

A ce jour aucun test de caractérisation de la résistance des ancrages ponctuels dans le mortier des maçonneries de BTC n'a pu être réalisé. Si cette disposition de liaison mur/ossature est choisie, il appartiendra à la maitrise d'œuvre ou à l'entreprise de construction de réaliser au cas par cas des essais de résistance des ancrages afin de vérifier leurs conformités aux valeurs recherchées. Les résultats des essais réalisés devront être communiqués à la DEAL Guyane pour capitalisation.

Les ancrages seront par exemple du type :

- Dans l'ossature bois : de pointes annelées 5x50 mm électrozinguées
- Dans le béton : de chevilles M8x65 mm électrozinguées

3.5. FONCTIONS ASSURÉES PAR LA PAROI

3.5.1. RÉSISTANCE À LA PÉNÉTRATION DE LA PLUIE DES PAROIS EXTÉRIEURES.

Afin d'assurer la résistance à la pénétration de la pluie d'une paroi extérieure en BTC de 14 cm d'épaisseur minimum la conception des bâtiments devra respecter impérativement les dispositions décrites dans ce document concernant les principes de :

- soubassements ;
- jonctions entre ossature et remplissage ;
- protections hautes des ouvrages ;
- conception des menuiseries ;
- finitions si nécessaire en extérieur (enduit, peinture, etc.).

Les parois extérieures utiliseront obligatoirement des BTC de classes 40 ou 60 :

- Soit des blocs de type H (usage en milieu Humide)
- Soit des blocs de type O (usage ordinaire). Les maçonneries recevront alors un enduit d'imperméabilisation applicable sur support BTC (cf. partie 3.7.10.1. Finitions et revêtements courants extérieurs et intérieurs)

Une partie des dispositions constructives présentées dans les parties qui suivent constitue des dérogations aux DTU en vigueur, à savoir :

- au DTU 20.1 concernant l'épaisseur des parois ;
- au DTU 31.2 concernant la nécessité d'un pare pluie.

Elles sont cependant compensées par des dispositions plus contraignantes concernant les soubassements et les protections des façades.

DÉBORD DE TOITURE ET PROTECTION DE FAÇADE

Afin de proposer une étanchéité à l'eau et une protection à l'action de l'eau suffisante (érosion et humidité), les **parois extérieures de BTC et quel que soit le système d'ossature porteuse utilisé devront être des façades abritées au sens du DTU 20.1.**
Elles devront dans tous les cas être protégées par un abri constitué de :

- un balcon, une loggia, une coursive ou un encorbellement ;
- un débord de toiture.

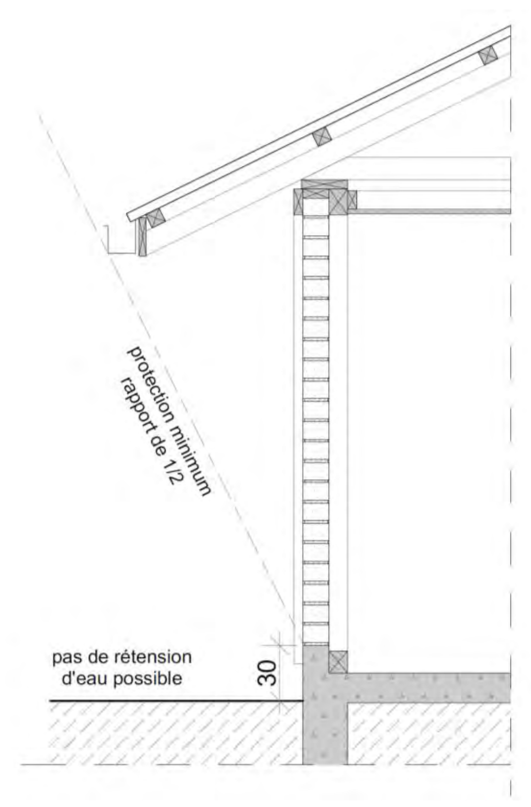
Ce débord devra abriter largement les façades en BTC à chaque niveau. Dans le cas de façade entièrement en BTC, l'abri devra présenter une protection périphérique des murs.

Cet abri devra présenter a minima une profondeur supérieur à la moitié de sa hauteur.
$Pa/Hf_{BTC} \geq 0,5$
Pa: profondeur de l'abri - (longueur du balcon ou du débord de toiture protégeant la façade par exemple)
hf_{BTC} : hauteur de la façade BTC

Cette disposition sera suffisante pour assurer la protection des façades, tous types confondus (I mur simple et II murs avec doublage), vis-à-vis des intempéries dans les situations suivantes : centre urbain, ville ou village en dehors des grands centres urbains ou rase campagne.

L'usage des BTC en murs extérieurs n'est pas autorisé en front de mer, soit la première ligne de construction autorisé la plus proche de la mer, et dans tous les cas à une distance du littoral d'au minimum 200 m ou au moins égale à 15 fois la hauteur réelle du bâtiment au-dessus du sol.

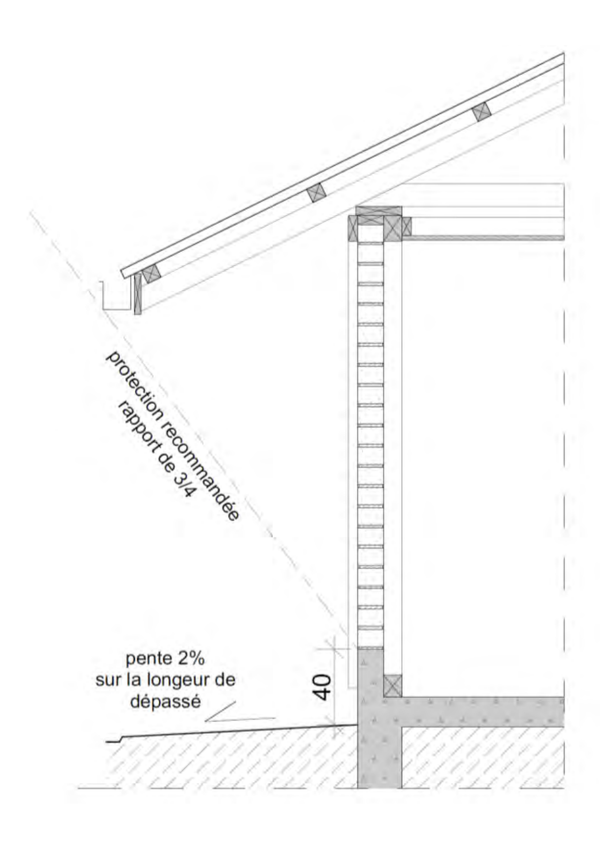
COUPES DE PRINCIPE DE LA PROFONDEUR DE PROTECTION DES MURS



En zone urbaine, pour les façades protégées par des constructions situées en vis-à-vis et non exposées aux vents dominants chargés de pluies (façades Sud et Ouest) la profondeur de protection des ouvrages pourra être abaissée de manière à respecter la condition suivante : **Pa/Hf $_{BTC}$ ≥ 0,25**.

Pour des façades Nord et Est de bâtiments isolés en terrain découvert en zone littorale, il convient d'améliorer la protection des ouvrages en BTC en respectant la condition suivante : **Pa/Hf $_{BTC}$ ≥ 0,75**.

Le coefficient Pa/Hf $_{BTC}$ pourra être calculé en prenant en compte la hauteur de la paroi en BTC, hors hauteur du muret de soubassement insensible à l'eau.



Suivant l'orientation du bâtiment, son architecture et la hauteur des murs, une toiture intermédiaire sur les murs sous forme d'auvent peut venir compenser un débord de toiture plus faible afin d'atteindre le coefficient recherché.

Dans tous les cas, le BTC sera utilisé pour l'élévation des murs en partie courante sans possibilité de rejaillissement. En plus du soubassement et de la couverture en partie haute des murs, il faudra être particulièrement attentif à la conception de ces auvents ou des éléments en retrait ou en saillies comme les appuis de fenêtre, les terrasses, balcons, corniches, consoles, etc.

Moyennant les dispositions en débord de toiture décrites ci-avant, un mur simple de façade de type 1 en BTC 40 ou 60 de 14 cm d'épaisseur minimum, de type H sans revêtement extérieur ou de type O avec enduit ou revêtement d'imperméabilité applicable su support BTC, pourra ainsi garantir une résistance suffisante face à la pénétration de l'humidité en parement intérieur.

Les autres dispositions permettant d'assurer la protection et la résistance à la pénétration de l'humidité des murs de BTC sont décrits dans la partie *3.7. Dispositions constructives.*

3.5.2. ISOLEMENT ACOUSTIQUE

La conception du bâtiment mis en œuvre avec les procédés constructifs définis précédemment devront répondre aux exigences en matière de réglementation acoustique conformément à la RTAA 2016.

En particulier, pour des murs de séparation entre logements différents ou entre une circulation commune intérieure fermée au bâtiment et une pièce principale (ou cuisine ou salle d'eau), seront utilisées[13] :

- Des murs simples en BTC de masse égale ou supérieure à 350 kg/m², soit des murs de 22cm minimum d'épaisseur
- De deux parois en BTC séparées par un joint de dilatation, chacune de masse supérieure ou égale à 200 kg/m², soit des murs de 14 cm d'épaisseur minimum.

Les murs devront obligatoirement être enduits au moins sur une face.

3.5.3. CONFORT THERMIQUE

RÉGLEMENTATION THERMIQUE APPLICABLE

En application de la RTAA DOM 2016, la conception du bâtiment courant mis en œuvre avec le procédé constructif défini précédemment devra répondre aux exigences en matière d'économie d'énergie, de recours aux énergies renouvelables, de confort hygrométrique grâce à une ventilation naturelle de confort et des protections solaires.
La conception du bâtiment mis en œuvre avec les procédés constructifs définis précédemment devront répondre aux exigences de réglementation thermique en vigueur en Guyane.

La principale contrainte réglementaire repose sur le respect d'un facteur solaire maximum pour les parois.
Celui-ci est calculé en utilisant les valeurs de conductivité thermique des matériaux du mur et le coefficient d'absorptivité α de la paroi défini ci-après (et chapitre 4.4.3)

CONDUCTIVITÉ THERMIQUE, RÉSISTANCE THERMIQUE ET ISOLATION

La conductivité thermique du BTC[14] λ_{BTC} est de l'ordre de 0,8 W/m.K

La résistance thermique R des parois courantes en BTC est donc de :

- **R = 0,17 m².K/W pour une épaisseur de 14 cm.**
- **R = 0,27 m².K/W pour une épaisseur de 22 cm.**
- **R = 0,37 m².K/W pour une épaisseur de 29,5 cm**.

Les valeurs de conductivité thermique du BTC peuvent être évaluées par essais suivant les normes NF EN 12664 et NF EN 12667 (détermination de la résistance thermique par la méthode de la plaque chaude gardée et la méthode fluxmétrique) et norme NF EN 1745 (maçonnerie et éléments de maçonnerie - Méthodes pour la détermination des propriétés thermiques).
Le BTC n'est pas un isolant, mais il a des caractéristiques intéressantes pour le confort thermique de l'habitat.
Les maçonneries en BTC peuvent recevoir, si nécessaire, une isolation thermique par l'intérieur ou par l'extérieur.

COEFFICIENT D'ABSORPTIVITÉ

Le coefficient moyen d'absorptivité α pour les BTC nus (bruts / non recouverts) est compris entre 0,55 à 0,65
Le choix du ton de la peinture impacte les caractéristiques thermiques du mur.
Il est nécessaire de privilégier les tons clairs et les peintures à forte réflectivité permettant d'atteindre un facteur solaire aussi faible que possible.

13 Arrêté du 17 avril 2009, article 3
14 Selon plusieurs sources, entre autres : Rapport d'essai BTC bloc Terrabloc (Prüfung der Wärmeleitfähigkeit gemäss SN EN 1745 / mittels Wärmestrommessplatten-Gerät nach SN EN 12664) et Analyse des caractéristiques des systèmes constructifs non industrialisés, Rapport final, CSTB 2007

3.5.4. SÉCURITÉ INCENDIE

3.5.4.1. RÉACTION AU FEU

Le BTC et les mortiers de pose sont composés uniquement d'éléments minéraux, ils sont donc considérés comme des matériaux incombustibles. Un ouvrage de maçonnerie en BTC est classé en catégorie[15] A1[16].
Le béton, permettant la réalisation des ossatures, est également classé en catégorie A1.
Les bois massifs, employés en ossature, sont classés selon leur essence et selon leur usage en catégorie C - difficilement inflammable - ou D - moyennement inflammable. Il appartiendra au concepteur de respecter la réglementation en vigueur en fonction des dispositions constructives envisagées.

3.5.4.2 RÉSISTANCE AU FEU

Une ossature bois permet à partir de 60mm d'épaisseur d'assurer une stabilité au feu d'une ½ heure (R30). Au-delà il convient d'accroître les sections[17]. Pour une stabilité supérieure à 1 heure il est d'usage de mettre en œuvre des écrans coupe-feu.

Une ossature béton permet d'atteindre couramment des niveaux de stabilités au feu de 1h30 heures (R90). Les niveaux d'exigences requis dépendent principalement de la section des ossatures et de la profondeur d'enrobage des aciers, des performances supérieures sont possibles.

Aucun test de résistance au feu (REI) n'a aujourd'hui été mené pour les principes constructifs concernés utilisant des remplissages de BTC. Si une performance EI supérieur à 30 min est recherchée elle devra être justifiée par un essai spécifique.

En l'absence de tests, et si une performance EI particulière est recherchée, il conviendra de mettre en œuvre des écrans coupe-feu possédant un PV de classement en Guyane.

3.5.5. PERMÉABILITÉ À LA VAPEUR D'EAU ET CONDENSATION

GÉNÉRALITÉS

Le facteur de résistance[18] à la vapeur d'eau μ du BTC est au maximum de 15

Soit une valeur S_d de :

- **2,1 pour une paroi de 14 cm d'épaisseur**
- **3,3 pour une paroi de 22 cm d'épaisseur**
- **4,4 pour une paroi de 29,5 cm d'épaisseur**

Le BTC est utilisé principalement en paroi simple (monocouche), il peut être également utilisé avec une isolation rapportée (intérieure ou extérieure). Les caractéristiques du BTC tant en résistance à la vapeur d'eau que de capacité de transport capillaire et de sorption/désorption sont telles que le risque de condensation d'eau, humidité superficielle critique et condensation dans la masse, est quasi inexistant[19]. En effet, en Guyane, les différences de températures et d'humidités de l'air entre l'intérieur et l'extérieur sont faibles et les locaux très ventilés. De plus, le climat guyanais ne présente pas de périodes de froid intense et prolongées.

LOCAUX CLIMATISÉS

L'usage de la climatisation amène la vapeur d'eau à diffuser de l'extérieur vers l'intérieur des bâtiments. Dans le cas d'une pièce isolée par l'intérieur - ce qui peut être un choix préférentiel pour des locaux climatisés - le risque de condensation est présent mais très limité si on utilise des matériaux perméables à la vapeur d'eau. Il n'apparaît que dans des cas très exceptionnels, difficiles à imaginer dans des conditions normales d'utilisations[20].

---

15 A,B, C, D Réglementation européenne NF EN 13501-1 et M0 à M4 Réglementation française
16 sans essai préalable, suivant la norme européenne EN 13-501-1 (Euroclasse) ou Arrêté du 13 août 2003 - art. 1
17 Selon Eurocode 5, DTU bois-feu 88 et exigences de la Directive Produits de Construction (DPC).
18 MOEVUS, Mariette, FONTAINE, Laetitia, ANGER, Romain, DOAT, Patrice, 2013. Projet : Béton d'Argile Environnemental (B.A.E.) Rapport final. Paris : France, ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. 877 p.
19 Plusieurs calculs suivant la méthode de Glaser ont été menés et aucun n'a mis en évidence un problème de condensation sur une paroi simple "monocouche"
20 La condensation dans la paroi apparaît pour des conditions climatiques extérieures contraignantes et des consignes de climatisation très basses. Les différents calculs menés suivant la méthode de Glaser montrent une apparition des risques dans une paroi constitués de BTC de 22 cm, de 10 cm d'isolation type laine de roche et d'un parement intérieur en plaque de plâtre (BA13) pour un air extérieur très chaud et humide (plus de 35°c et une l'humidité relative de l'air à plus de 95%) - et une ambiance intérieure très froide inférieure à 13 °c pour un taux humidité relative élevé, de l'ordre de 95%).

Cependant, dans tous les cas, la présence d'un pare-vapeur, ou d'une couche interstitielles imperméables qui pourraient être intégrées à la paroi, est à proscrire, car elle favorise le risque de condensation entre l'isolant et le pare-vapeur.

Afin d'éviter tout risque de condensation dans le complexe mur-isolation il convient de respecter une valeur de Sd décroissante des différentes couches (du moins perméable au plus perméable vers l'intérieur).
Il est conseillé que l'isolation intérieure et son éventuel revêtement ou doublage soient tels que leur résistance totale à la diffusion de la vapeur d'eau Sd soit faible, de préférence inférieure à 0,321.
En cas de climatisation des espaces intérieurs, et afin de ne pas engendrer de dommages dus à des éventuelles condensations au sein de la paroi, une isolation intérieure sera préférée, et l'isolant et son éventuel revêtement seront tels que leur résistance totale à la diffusion de la vapeur d'eau Sd soit inférieure à 0,422

Si nécessaire, un calcul selon la méthode de Glaser[23] (ou équivalent) pourra être effectué pour vérifier du bon comportement d'une composition de paroi.

21 Valeur par exemple d'un complexe constitué de 10cm de laine minérale et d'une plaque de plâtre type BA13, ou encore d'un enduit sable-ciment de 1cm d'épaisseur.
22 De façon à avoir un facteur 5 entre le Sd de la paroi BTC et celui des autres composants (règles de l'art, entre autres citée dans Hespul 2015 et VAD 2010 et Enertech 2011)
23 calcul à réaliser suivant NF EN ISO 13788

3.6. TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES

3.6.1. TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES

Les tolérances dimensionnelles des ouvrages en BTC, écarts d'implantation (alignement vertical), aplomb (verticalité), planéité (rectitude) et épaisseur seront, sauf spécifications contraires, celles qui sont appliquées aux ouvrages en structures, béton ou bois suivant les cas, auxquels ils sont associés.

Dans tous les cas, elles ne seront pas supérieures aux tolérances qui sont appliquées en générales à la maçonnerie de petits éléments[24] qui sont rappelées dans le tableau suivant.

Tableau 5 : tolérances géométriques des maçonneries

	ÉCART MAXIMAL
Aplomb (Verticalité)	
sur un étage (ou sur 3 m)	± 20 mm
sur la hauteur totale d'un bâtiment de 3 étages ou	± 50 mm
Écart d'implantation (Alignement vertical)	
écart d'implantation vertical à l'axe des structures	± 20 mm
Planéité (Rectitude)	
sur 10 m	± 50 mm
sur 1 m	± 10 mm
spécifique BTC : entre deux blocs (sur 30 cm)	± 5 mm
Épaisseur	
de la paroi d'un mur	± 5 mm

Les tolérances relatives à un niveau et les écarts d'implantation des parois de même que des percements doivent rester compatibles avec les hypothèses d'excentricité prises en compte dans les calculs de contraintes des ouvrages.

Sauf indication contraire, la première assise d'une maçonnerie ne pourra pas dépasser de plus de 15 mm du bord de l'élément d'implantation : fondation, soubassement, lisse basse, dallage ou du plancher.

La tolérance courante d'alignement (rectitude) des blocs entre eux sur les faces des maçonneries de BTC destinées à rester apparentes ne doit pas faire apparaître un écart de ±5 mm sous la règle de 30 cm, hors profil en creux spécifique des joints.

Ces écarts admissibles pourront être ajustés en fonction de l'exigence de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre.

24 NF EN 1996 (EC6) ou NF P 10-202 - DTU 20.1 - ouvrages en maçonnerie de petits éléments

3.7. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Les dessins en plan et en coupe présents dans cette partie illustrent les principes schématiques de liaison de mur en BTC avec les autres éléments constructifs d'un bâtiment. Il existe une multitude d'autres détails constructifs possibles, il appartient au concepteur de respecter la logique constructive de chacun de ces principes.

Les dessins « de principe » présentent la logique constructive à appliquer à un principe particulier. Ils ne constituent pas des dessins de détail d'exécution utilisables tels que pour la construction et ne sont pas toujours reliés à une proportion ou une échelle particulière.

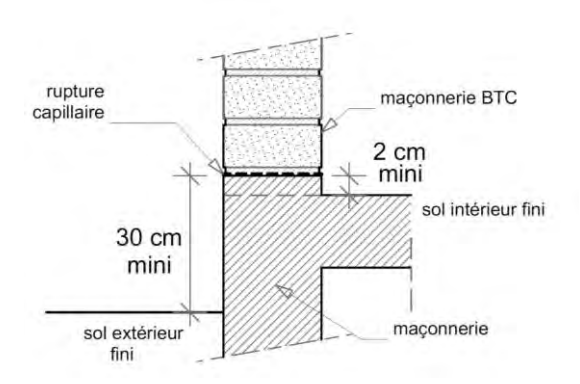
3.7.1. SOUBASSEMENT

Il convient d'éviter les remontées capillaires par les fondations et les infiltrations directes d'eaux provenant de l'extérieur (eaux de ruissellement, de rejaillissement, etc.) Un soubassement réalisé dans un matériau résistant à l'eau disposé au niveau du plancher bas du rez-de-chaussée ou du dallage assure cette protection.
Sa hauteur minimale doit être :

- **de 30 cm au-dessus du niveau le plus haut du sol extérieur définitif dans le cas d'un sol meuble et absorbant**
- **de 2 cm au-dessus du sol intérieur fini**

Si des risques spécifiques existent sur la zone d'implantation (ruissellement, inondation, etc.), il conviendra d'augmenter en conséquence la hauteur du soubassement par rapport au sol extérieur fini.

COUPES DE PRINCIPE DE SOUBASSEMENT



Protection contre les remontées d'humidité
Dans le cas où le soubassement est réalisé en béton banché, il assure sans disposition complémentaire l'étanchéité à l'eau et la protection contre les remontées capillaires.
Par contre, s'il est réalisé en maçonnerie de petits éléments, il doit être surmonté par une coupure de capillarité.
Cette coupure de capillarité est exécutée soit à l'aide :

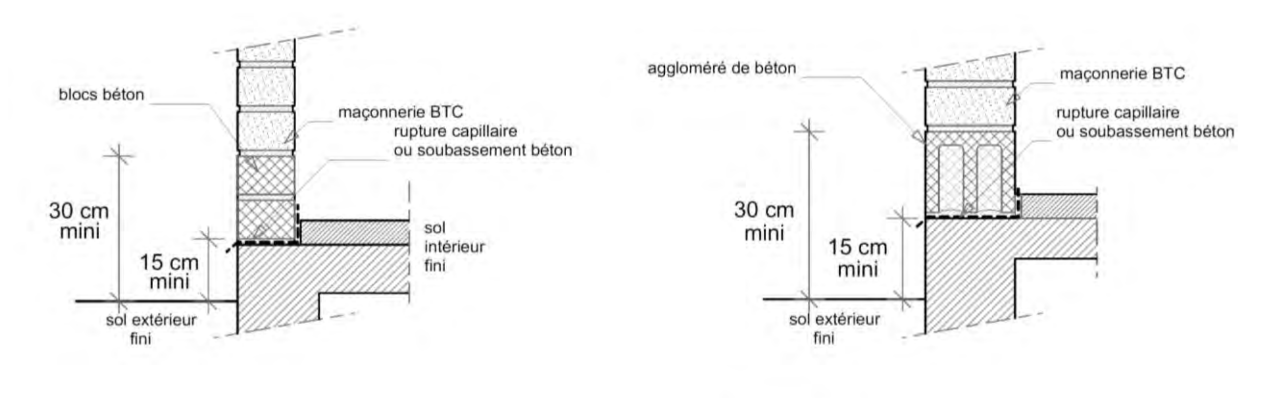
- d'un chaînage en béton armé disposé au niveau du plancher bas du rez-de-chaussée ou du dallage sur toute l'épaisseur des maçonneries de soubassement
- d'une bande de feuille bitumineuse armée, ou de feuille plastique ou élastomère, posée à sec sur une couche de mortier de ciment[25], finement talochée, de 2 cm d'épaisseur après prise et séchage de ce dernier, et protégée par une deuxième couche de mortier de ciment de même épaisseur sommairement dressée. À leurs extrémités, les segments de bande sont placés à recouvrement minimal de 20 cm ;
- d'une chape de mortier hydrofugé de ciment[26].

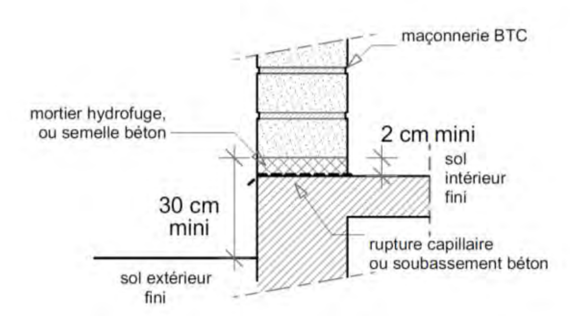
La coupure de capillarité sera disposée à une hauteur minimale de 15 cm au-dessus du niveau le plus haut du sol extérieur fini.

25 comme défini dans la norme NF DTU 20.1 P1-2 (CGM)
26 comme défini suivant le paragraphe 3.6.5 de la norme NF DTU 20.1 P1-2 (CGM).

EXEMPLE DE SOUBASSEMENT AVEC PROTECTION CONTRE LES REMONTÉES CAPILLAIRES,

COUPES DE PRINCIPE





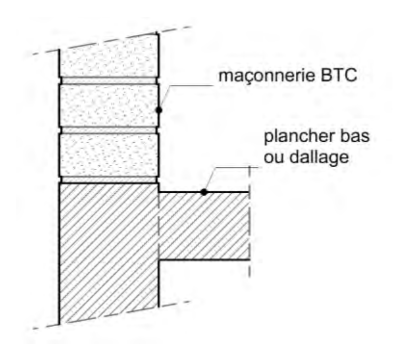
Protection contre les projections d'eau

Dans les cas où le mur serait proche d'une voie de circulation et entouré d'un sol non drainant, il convient de protéger celui-ci des projections d'eau en augmentant la hauteur du soubassement en conséquence.

3.7.2. DALLAGE OU PLANCHER BAS

Les dallages ou planchers bas, quels que soient leurs types (désolidarisé, liaisonné, etc.) devront être positionnés au niveau du soubassement en béton armé ou maçonnerie. En aucun cas le dallage ne pourra être connecté au mur en BTC.
Les dallages sur terre-plein devront être conformes au DTU 13.3.

COUPE DE PRINCIPE DE DALLAGE, OU PLANCHER BAS



3.7.3. JONCTION ENTRE OSSATURE ET MUR DE REMPLISSAGE EN BTC

3.7.3.1. GÉNÉRALITÉS

Dans tous les cas, les détails spécifiques de la jonction entre ossature et remplissage devront permettre de garantir la stabilité de la maçonnerie et si nécessaire l'étanchéité de la jonction à l'eau, à l'air, et au feu.

3.7.3.2. LIAISONS HAUTES DES TÊTES DE MURS

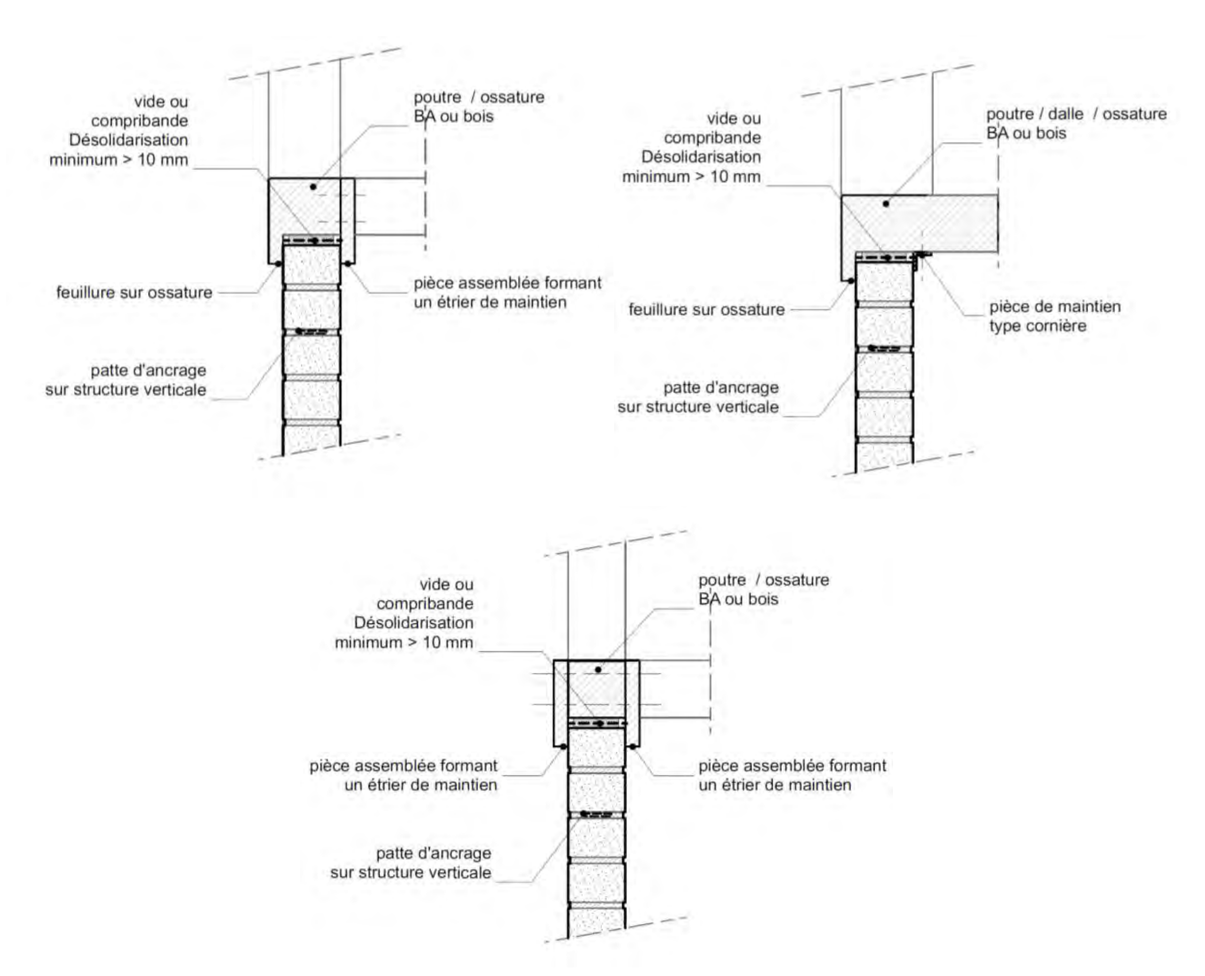
CAS 1 - SYSTÈMES LINÉAIRES : PROFIL DE L'OSSATURE ET/OU PIÈCES RAPPORTÉES

L'ossature doit présenter un profil formant un U en section, destiné à recevoir les blocs maçonnés de telle sorte que le dernier rang soit tenu en tête et que la maçonnerie ne puisse basculer.

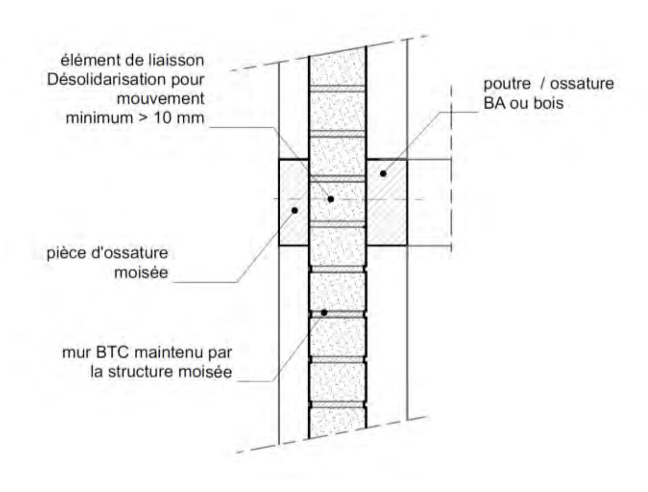
Ce profil en U peut être obtenu :

- Par l'assemblage d'éléments horizontaux rapportés des deux côtés de l'ossature primaire :
  - En bois : pièces horizontales en contact direct de l'ossature primaire ou moisant le mur
  - Métallique – plat, cornières en L, U par exemple.
- Par la réalisation dans l'ossature primaire d'une gorge ou d'une feuillure en L, recevant les BTC, et la fixation mécanique d'une pièce horizontale assemblée à l'ossature, maintenant la face libre des BTC, et fermant ainsi le profil en U.

COUPES DE PRINCIPE - OSSATURE BOIS OU BÉTON DANS LE PLAN DES MURS / LIAISONS LINEAIRE EN TETE DE MUR



COUPES DE PRINCIPE - OSSATURE BOIS OU BÉTON HORS PLAN DES MURS / LIAISONS LINEAIRE MOISEES EN TETE DE MUR

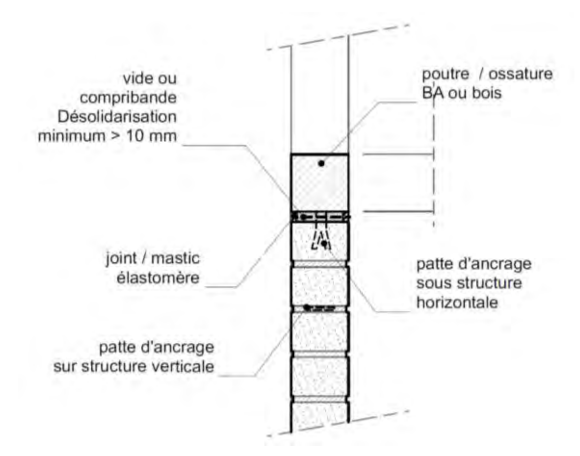


CAS 2 : SYSTÈMES DE LIAISONS PONCTUELLES : ATTACHES DE LIAISONS

Les attaches sont réparties uniformément sur la longueur des éléments horizontaux d'ossatures et scellées au fur et à mesure du montage dans le mortier des joints verticaux.

Les attaches devront être identiques à celles utilisées en maçonnerie classique de petits éléments et respecter les spécifications de la norme EN 845-1.

COUPES DE PRINCIPE - OSSATURE BOIS OU BÉTON DANS LE PLAN DES MURS / LIAISONS EN TETE DE MUR PAR ATTACHES PONCTUELLES



Dans le cas d'un remplissage entre poteaux porteurs, dans le plan de l'ossature, on utilisera des pattes, plats ou équerre d'épaisseur minimale 3 mm et de largeur 20 mm minimum. Ils auront une surface striée afin d'améliorer l'adhérence.
La profondeur d'ancrage dépend de la hauteur de l'attache. Cette hauteur sera choisie en fonction de la hauteur des blocs, elle sera la plus longue possible sans toutefois dépasser la hauteur du bloc (h_{bloc}) moins 10mm.
Hauteur attache d'ancrage = h_{bloc} – 10 mm
En effet, Il conviendra de s'assurer que les attaches, suivant leur type, présente également la possibilité d'un jeu vertical libre d'au minimum 10mm et qu'elles ne puissent en aucun cas poinçonner la maçonnerie de BTC.

Dans le cas d'une paroi continue hors plan de l'ossature, des éléments de liaisons métalliques peuvent également être utilisés. Ils pourront être constitués d'ancres en fil de diamètre minimal 3 mm, de pattes, plats ou équerre d'épaisseur minimale 3 mm. Les feuillards peuvent également être utilisés. Quel que soit le type de liaisons utilisées, l'extrémité de l'attache doit atteindre au moins le milieu du mur dans lequel elle est ancrée. Une coupure de capillarité est nécessaire entre les éléments bois et les éléments maçonnées sur les faces extérieures des parois.
La longueur totale de l'ancrage rectiligne dans le mortier du joint aura une longueur minimale de 70 mm sans être inférieur à la moitié de l'épaisseur du mur. S'il existe un vide entre l'ossature et le mur de BTC tel que celui-ci est supérieur à 50 mm, l'épaisseur minimale des attaches est alors portée à 4 mm. Les ancrages, perpendiculaires au plan du mur dans ce cas, doivent comporter un dispositif empêchant le transfert d'eau vers l'intérieur (rondelle casse-goutte ou attaches légèrement relevées vers l'intérieur).

Pour tous les types d'attache, l'enrobage du côté extérieur des attaches de liaison sera d'au moins 30 mm (avant enduisage éventuel).

Ces attaches de liaison ou console ne peuvent subir que des efforts axiaux (dans le sens horizontal ou vertical).

3.7.3.3. CHAÎNAGE HORIZONTAL

Les murs en BTC continus en enveloppe extérieurs hors plan de l'ossature sont tenus en tête par un chaînage (béton armé ou bois selon les cas). Celui-ci sera si nécessaire relié à l'ossature.

Les murs en BTC dans le cas d'un remplissage en enveloppe continue à l'extérieur de l'ossature sont également ceinturés en bas au niveau du plancher ou du dallage du rez-de-chaussée par un chaînage horizontal, continu, fermé en béton armé. Ce chaînage pourra être constitué par la dalle basse de la construction.

Au niveau des planchers du R+1 et en couronnement des murs du dernier niveau (R ou R+1 suivant les cas) il pourra être mis en place soit :

- Un chaînage continu et fermé en béton armé.
- Un chaînage en bois, constitué par une lisse haute ou par une sablière, solidaire du plancher ou de la charpente formant un diaphragme indéformable.
- Un chaînage en bois constitué de pièces superposées, au minimum doublées, connectées et croisées dans les angles formant une ceinture continue.

Ce chaînage périphérique ceinture les façades.

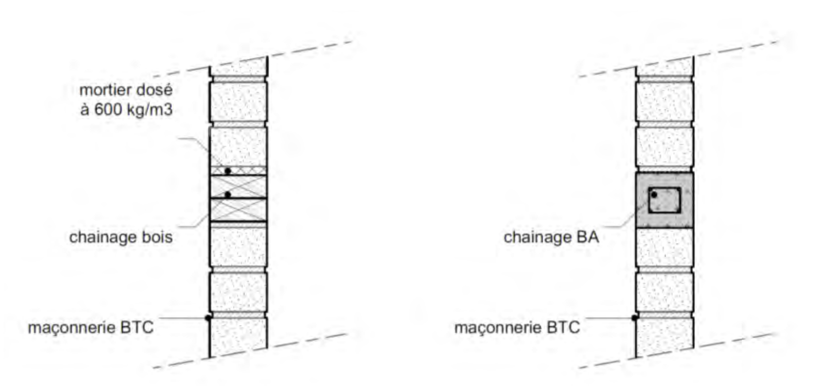
Il est possible de réaliser des chaînages en béton armé intégrés dans le mur et ne régnant pas sur toute son épaisseur. Dans ce cas, le chaînage doit répartir les efforts sur la plus grande surface possible de maçonnerie. On veillera à réaliser des chaînages le plus centrés possible sur l'axe du mur. Dans tous les cas, la largeur du chaînage ne sera jamais inférieure au 2/3 de l'épaisseur du mur dans lequel il est intégré.

Les chaînages en béton armé seront conçus conformément aux dispositions constructives définies dans le DTU 20.1 P4 et la NF EN 1996.

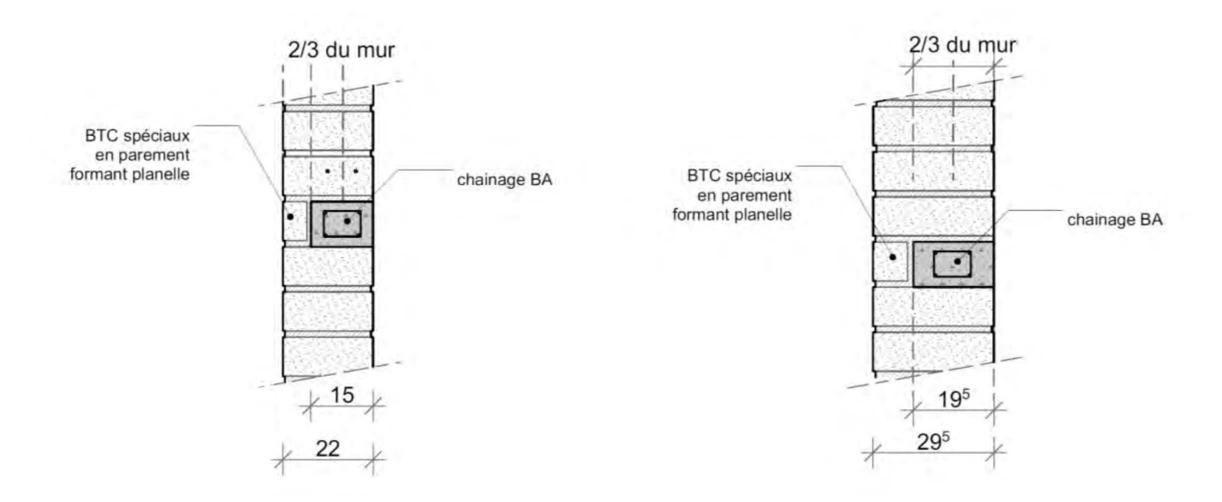
COUPES DE PRINCIPE DE CHAÎNAGE HORIZONTAL

Voir également coupes sur parois - schémas parties 3.7.3.

CHAINAGE HORIZONTAL BOIS OU BÉTON – INDÉPENDEMMENT DE L'OSSATURE



CHAINAGE BÉTON INTÉGRÉ DANS MUR ÉPAIS



3.7.3.4. LIAISONS VERTICALES AVEC L'OSSATURE

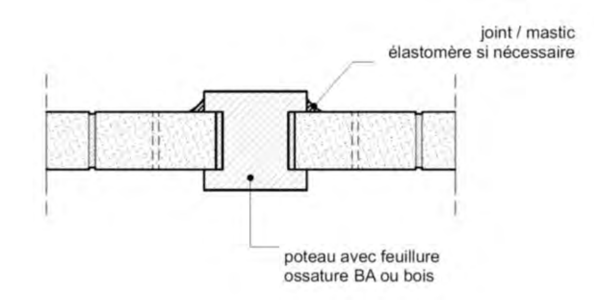
CAS 1 - SYSTÈMES LINÉAIRES : PROFIL DE L'OSSATURE ET/OU PIÈCES RAPPORTÉES

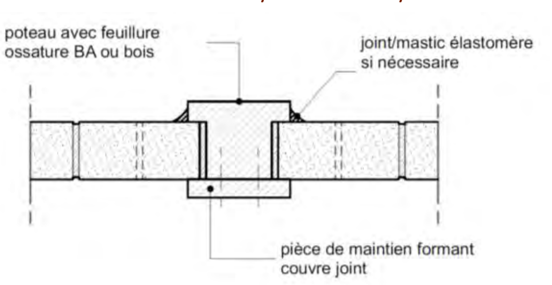
L'ossature peut présenter un profil, formant un U en section, destiné à recevoir les blocs maçonnés de telle sorte que les bords de la maçonnerie soient tenus latéralement et que la maçonnerie ne puisse pas basculer.

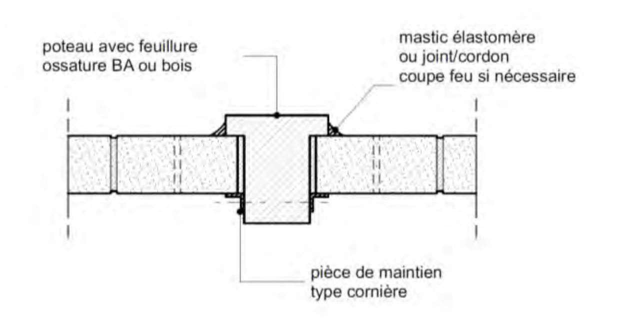
Ce profil en U peut être obtenu :

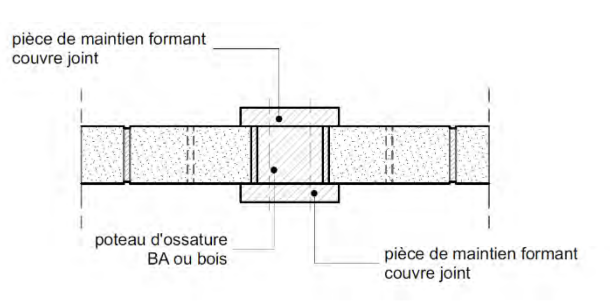
- Par la réalisation d'une gorge, de l'épaisseur de la maçonnerie en BTC, en réservation dans les poteaux
- Par l'assemblage d'éléments verticaux rapportés des deux côtés de l'ossature primaire :
  - En bois : pièces horizontales en contact direct de l'ossature primaire ou moisant le mur
  - Métallique – plat, cornières en L, U par exemple.
- Par un mixage des deux systèmes : réalisation dans l'ossature primaire d'une gorge ou d'une feuillure en L, recevant les BTC, et la fixation mécanique d'une pièce verticale assemblée à l'ossature, maintenant la face libre des BTC, et fermant ainsi le profil en U.

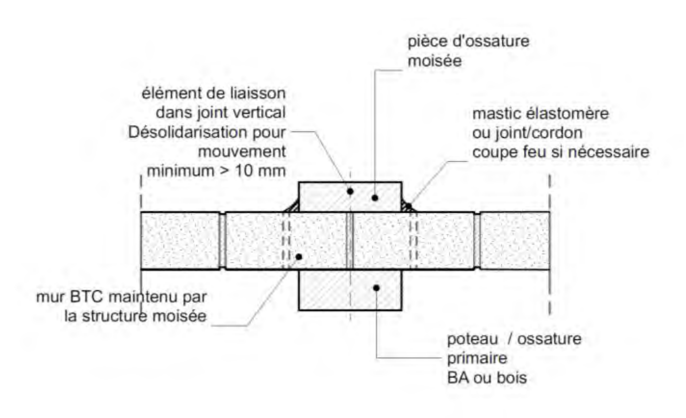
COUPES DE PRINCIPE : OSSATURE BOIS OU BA – LIAISON LINEAIRE - AVEC PROFIL ADAPTE / FEUILLURE / ASSEMBLAGE

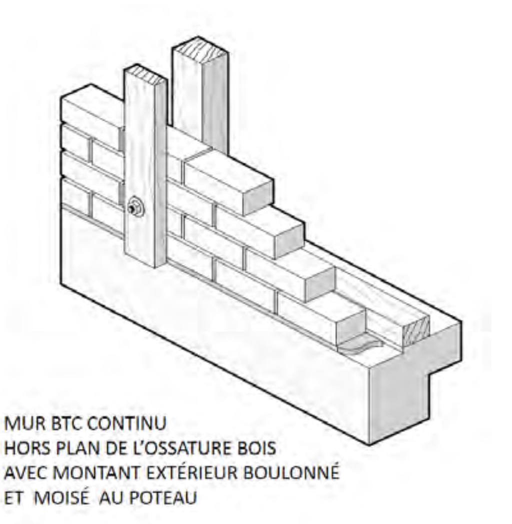








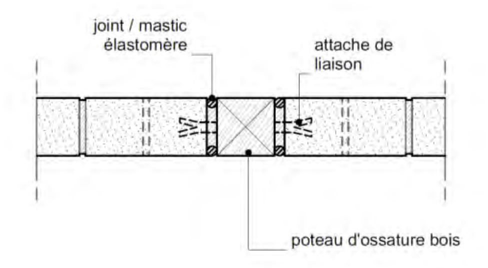


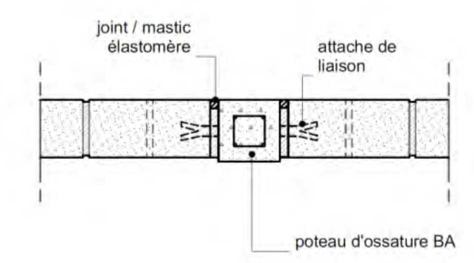


CAS 2 : SYSTÈMES DE LIAISONS PONCTUELLES : ATTACHES DE LIAISONS

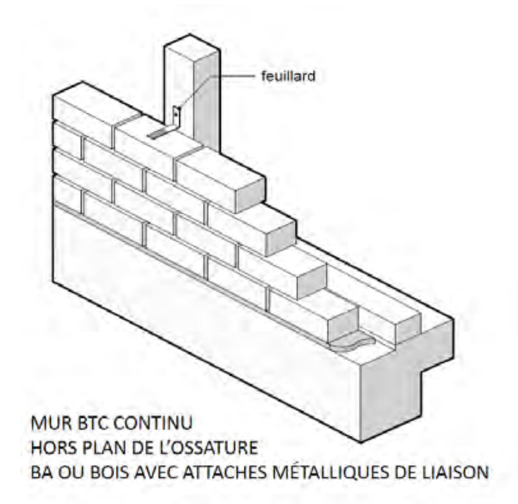
Les attaches sont réparties uniformément sur la hauteur des poteaux d'ossatures et scellées au fur et à mesure du montage dans le mortier des joints horizontaux.

Les attaches devront être identiques à celles utilisées en maçonnerie classique de petits éléments et respecter les spécifications de la norme EN 845-1.





Pour l'attache de pan en maçonnerie associée à une ossature dans le cas d'un remplissage entre poteaux porteurs dans le plan de l'ossature, on utilisera des feuillards d'épaisseur 0,6 mm minimum et de largeur 20 mm minimum. Ils auront une surface striée afin d'améliorer l'adhérence. **La longueur d'ancrage, dans le plan du mur, sera d'au minimum de 150 mm, sans être inférieur à la moitié de la longueur d'un bloc**



MUR BTC CONTINU
HORS PLAN DE L'OSSATURE
BA OU BOIS AVEC ATTACHES MÉTALLIQUES DE LIAISON

Dans le cas d'une paroi continue hors plan de l'ossature, des éléments de liaisons métalliques seront utilisés. Ils pourront être constitués d'ancres en fil de diamètre minimal 2 mm, de pattes, plats, équerre ou feuillard d'épaisseur minimale 0,6 mm.
Quel que soit le type de liaisons utilisées, l'extrémité de l'attache doit atteindre au moins le milieu du mur dans lequel elle est ancrée.
Une coupure de capillarité est nécessaire entre les éléments bois et les éléments maçonnées sur les faces extérieures des parois. La longueur totale de l'ancrage rectiligne dans le mortier du joint aura une longueur minimale de 70 mm sans être inférieur à la moitié de l'épaisseur du mur. S'il existe un vide entre l'ossature et le mur de BTC tel que celui-ci est supérieur à 50 mm, l'épaisseur minimale des attaches est alors portée à 3 mm. Les ancrages, perpendiculaires au plan du mur dans ce cas, doivent comporter un dispositif empêchant le transfert d'eau vers l'intérieur (rondelle casse-goutte ou attaches légèrement relevées vers l'intérieur).

Pour tous les types d'attache, l'enrobage du côté extérieur des attaches de liaison sera d'au moins 30 mm (avant enduisage éventuel).

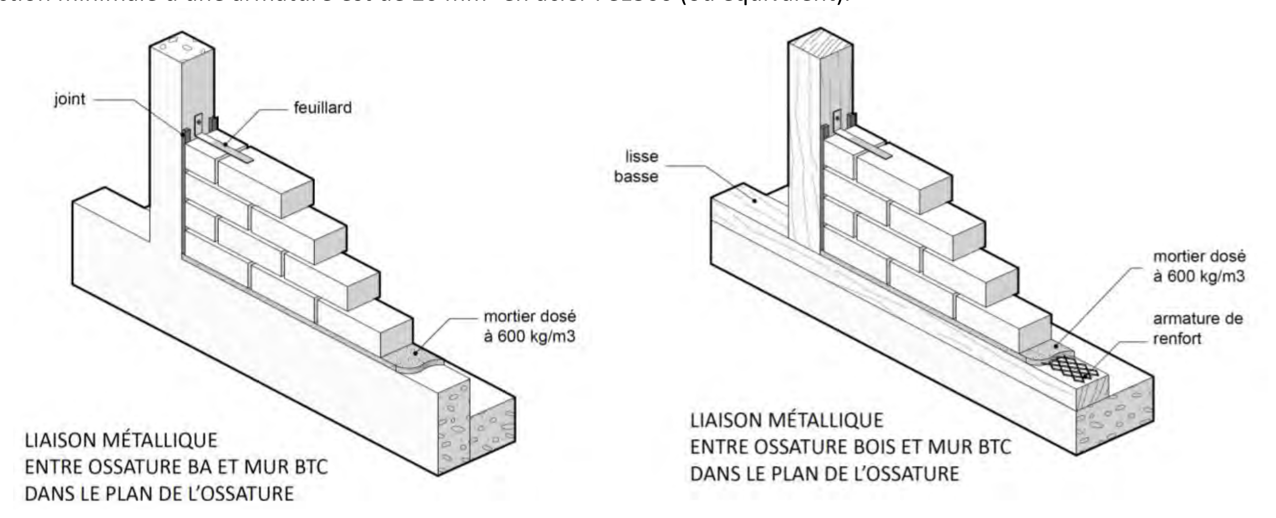
Ces attaches de liaison ou console ne peuvent subir que des efforts axiaux (dans le sens horizontal ou vertical).

3.7.3.5. LIAISONS BASSES DES PANS DE MAÇONNERIES

Dans le cas d'un remplissage maçonné sur un support en béton (soubassement, poutre d'ossature, dallage, etc.) le lit de mortier recevant la première assise de maçonnerie sera constitué d'un mortier de sable/ciment dosé à 600 kg/m³.

Dans le cas d'un remplissage en pan de maçonnerie mis en œuvre sur une pièces de structure horizontale en bois comme la lisse basse de l'ossature, une armature de renfort sera intégrée au lit de mortier recevant la première assise de maçonnerie. Le mortier utilisé sera également un mortier sable/ciment dosé à 600 kg/m³.

L'armature de renfort est disposée dans l'épaisseur du joint de montage horizontal, elle doit être en acier et conformes à la NF EN 845-3. Elle est choisie avec une épaisseur (ou un diamètre) inférieure ou égale à la moitié de l'épaisseur du joint de montage.
Les armatures sont constituées d'aux moins deux fils ou deux plats longitudinaux, reliés par des fils soudés.
La section minimale d'une armature est de 20 mm² en acier FeE500 (ou équivalent).



3.7.3.6. ARMATURES DE RENFORT DANS LES JOINTS HORIZONTAUX

Pour renforcer la stabilité des panneaux de maçonnerie, des armatures de renforts horizontales entre poteaux d'ossature peuvent également être utilisées.
Les armatures de renfort peuvent être disposées dans l'épaisseur des joints de montage (horizontaux), elles doivent être en acier et conformes à la NF EN 845-3. Elles seront choisies avec une épaisseur (ou un diamètre) inférieure ou égale à la moitié de l'épaisseur du joint de montage.
Les armatures seront constituées d'aux moins deux fils ou deux plats longitudinaux, reliés par des fils soudés.
La section minimale d'une armature sera de 20 mm² en acier FeE500 (ou équivalent).

3.7.3.7. MATERIAUX DES FIXATIONS : ATTACHES, FEUILLARDS, CORBEAUX ET ANCRAGES

Ces éléments de liaisons métalliques sont soit :

- En acier inoxydable A2 en zone littorale (sur une bande de 10 km à ajuster selon topographie locale) ; classement du matériau de référence selon la norme NF EN 845-3
- En acier galvanisé avec protection de zinc, de classe A selon NF EN 10244 parties 1 et 2.

Les combinaisons de métaux susceptibles d'entraîner de la corrosion sont à proscrire.

3.7.3.8. TRAITEMENT ET ÉTANCHÉITÉ DES JOINTS

Dans tous les cas, les détails spécifiques de la jonction entre ossature et remplissage devront permettre de garantir l'étanchéité de la jonction à l'eau, à l'air, et au feu.
Compte tenu des variations différentielles des matériaux, la jonction bois/maçonnerie devra être particulièrement étudiée. L'utilisation de couvre joint ou le recours à des poteaux avec feuillures sont recommandés (voir schéma). Dans le cas de façades exposées au vent et au ruissellement, il peut être nécessaire de prévoir un dispositif d'étanchéité complémentaire (joint).

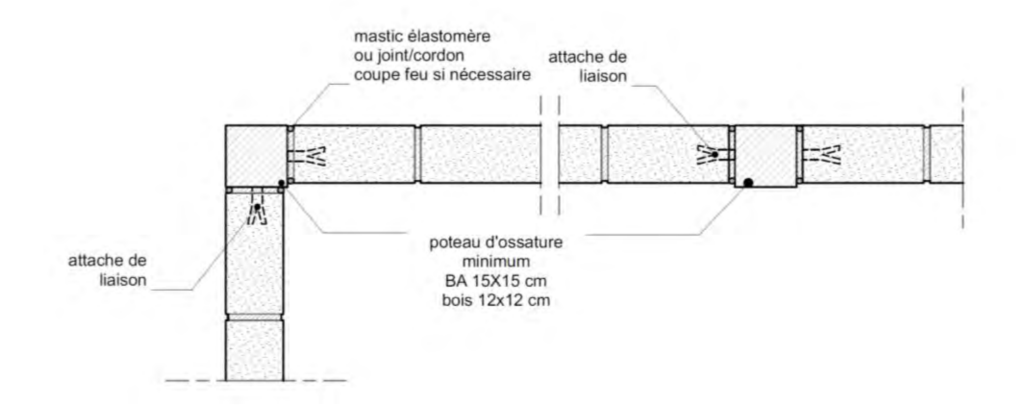
Pour la réalisation des joints, il peut être fait usage de mastics de calfeutrement et complément d'étanchéité adaptés aux supports de type mortier de maçonnerie conventionnelle. Les joints seront réalisés avec des produits de type mastic élastomère ou élastique élastomère à très forte adhésivité ou de cordon préformé (silicone, polyuréthanne ou hybride) ou, le cas échéant de cordon coupe-feu. Les cordons coupe-feu sont généralement insérés côté intérieur de la paroi et sont protégés des infiltrations d'eau ou d'humidité par un joint ou un couvre joint disposé sur la face extérieur du mur. Lorsque ceux-ci sont disposé sur le côté extérieur de la paroi, ils sont systématiquement protégés par un couvre joint.

Il faudra apporter un soin particulier à la conception des joints, et éviter des dispositions qui pourrait favoriser le cheminement des termites comme les vides entre ossature et remplissage.

Matériaux utilisables pour réaliser les joints[27] :
On peut utiliser :
- les mastics pâteux applicables à froid ;
- les mastics pâteux applicables à chaud ;
- les mastics en cordons préformés ;
- les produits cellulaires en bandes adhésives ou non :
    - à cellules ouvertes imprégnées ou non,
    - à cellules fermées enrobées ou non ;
- les profilés :
    - en élastomère vulcanisé,
    - en matière plastique souple ou rigide,
    - en métal ;

L'attention du maitre d'ouvrage est attirée par le fait que la tenue des mastics des joints doit être vérifiée régulièrement, une fois par an minimum, afin de garantir la continuité dans le temps de l'étanchéité et limiter l'impact néfaste, particulièrement sur les bois d'ossature, de la présence prolongée d'humidité. L'apparition de retrait, manque ou fissuration dans le joint nécessitera une compensation de matière ou la reprise partiel ou complète du joint.

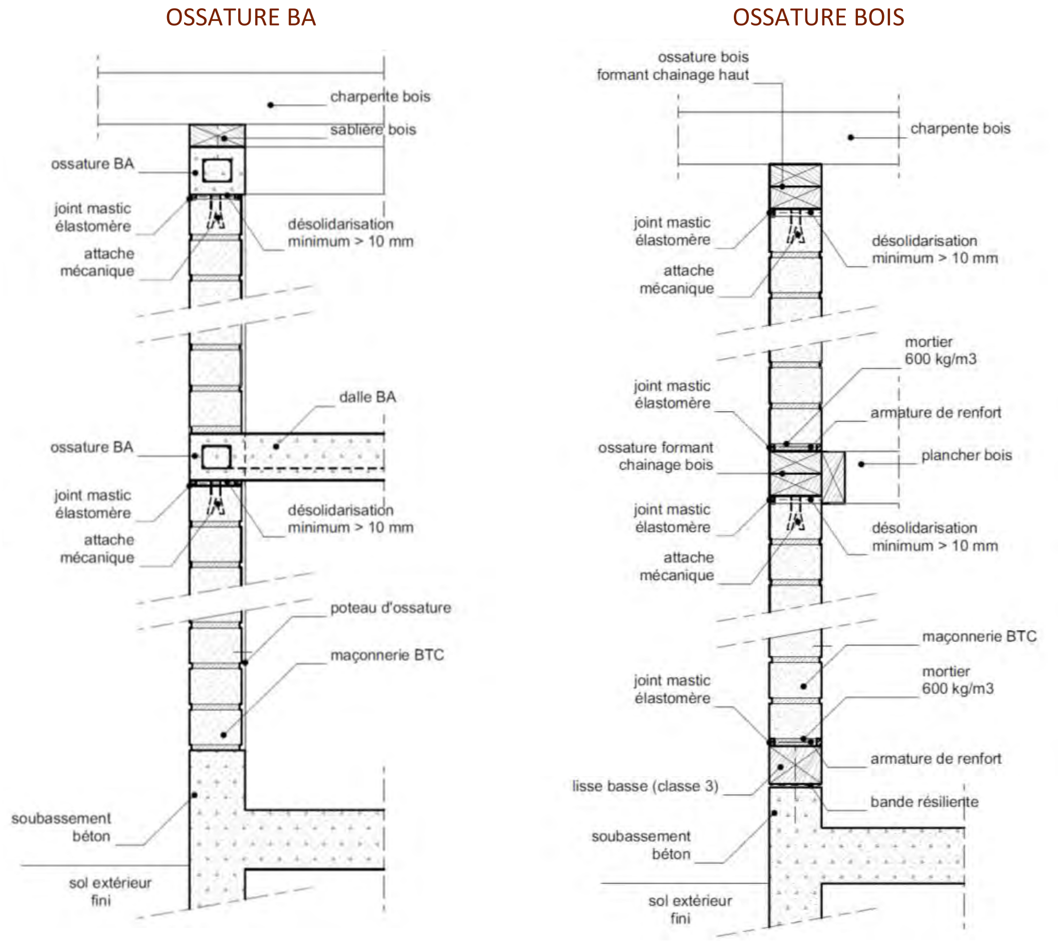
PLAN DE PRINCIPE / JONCTIONS MUR EN PAN DE MAÇONNERIE EN REMPLISSAGE D'OSSATURE – BOIS ET BETON
OSSATURE SIMPLE BOIS OU BA



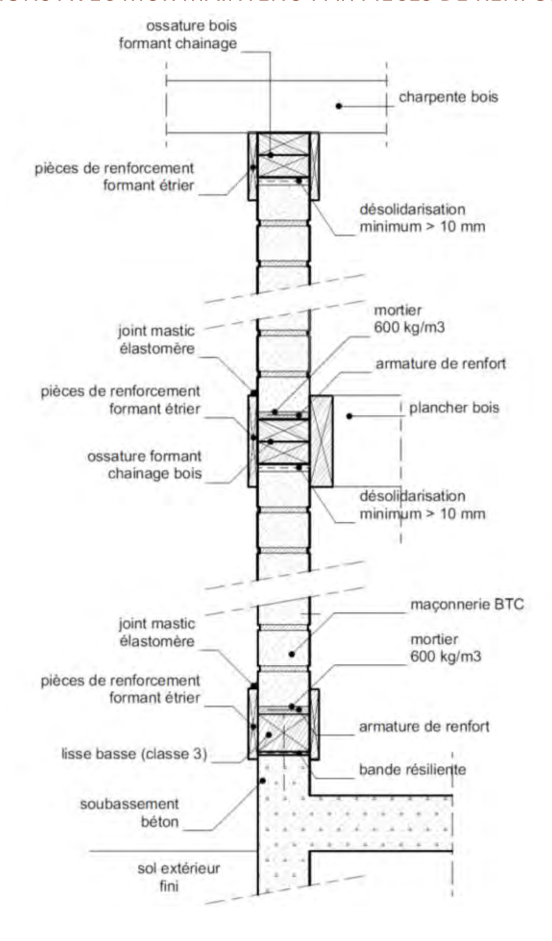
27 Les matériaux pour joints de type mastic sont définis par la norme NF EN 26927
Les matériaux pour joints en caoutchouc, sont définis par la norme NF EN 12365 partie 1 à 4
Les matériaux pour joints de type élastomère, plastique ou mastic préformés sont définis par la norme NF P 85-304
Les matériaux pour en mousses imprégnées sont définis par la norme NF P 85-570

COUPES DE PRINCIPE / JONCTIONS MUR EN PAN DE MAÇONNERIE EN REMPLISSAGE D'OSSATURE – BOIS ET BÉTON

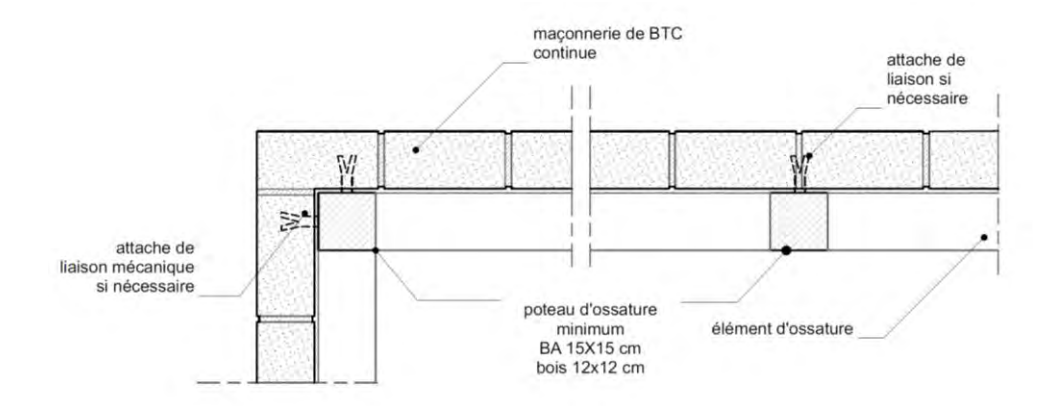
OSSATURE BA / OSSATURE BOIS



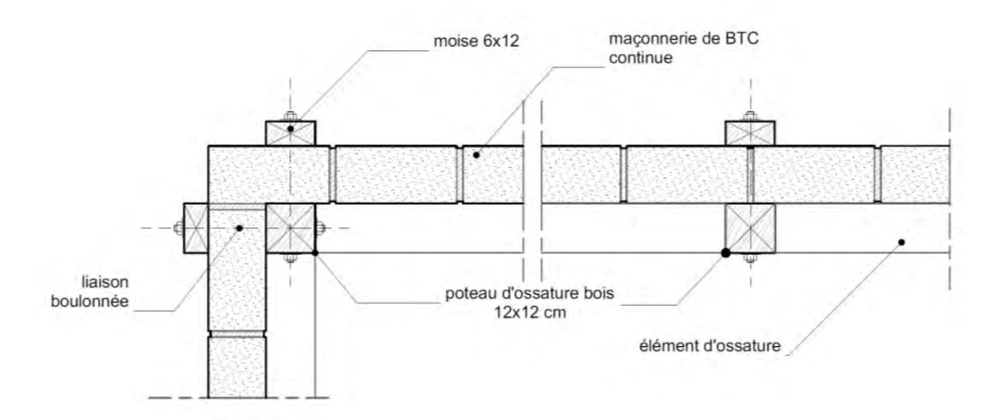
OSSATURE BOIS / DISPOSITIONS AVEC MUR MAINTENU PAR PIÈCES DE RENFORCEMENT



PLANS DE PRINCIPE / JONCTIONS MUR EN ENVELOPPE EXTÉRIEURE CONTINUE ET OSSATURE - BOIS OU BÉTON



OSSATURE SIMPLE BOIS OU BA

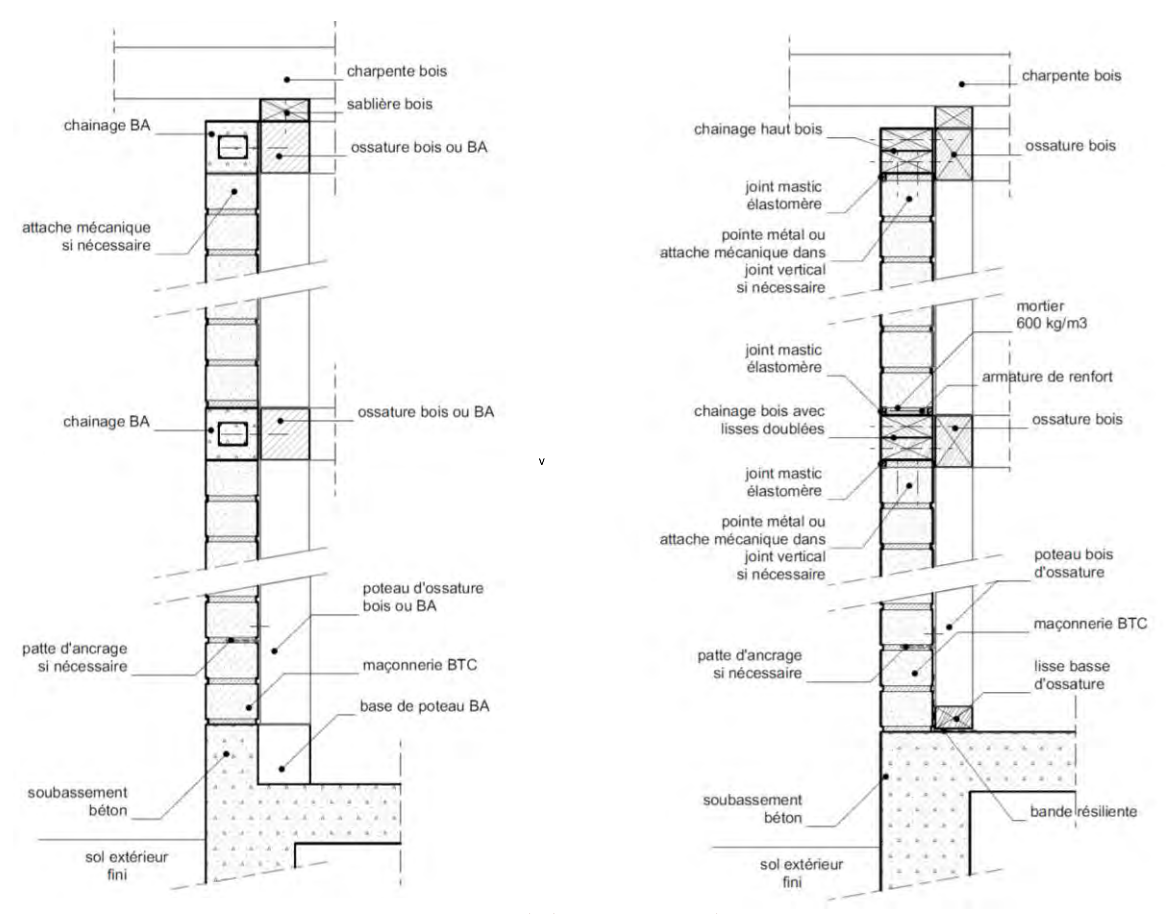


OSSATURE BOIS AVEC ÉLÉMENTS MOISÉS

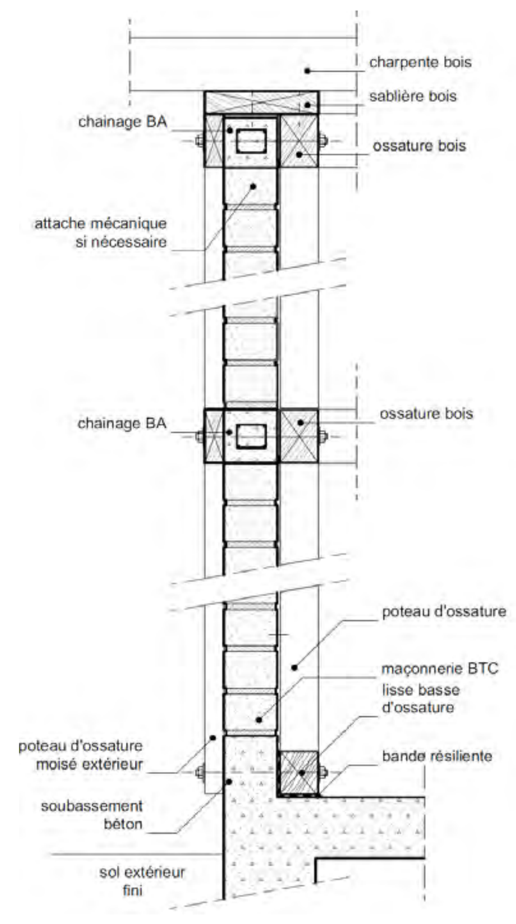
COUPES DE PRINCIPE / JONCTIONS MUR EN ENVELOPPE EXTÉRIEURE CONTINUE ET OSSATURE - BOIS OU BÉTON

OSSATURE SIMPLE BOIS OU BA ET CHAINAGE BA

OSSATURE SIMPLE BOIS ET CHAINAGE BOIS



OSSATURE BOIS AVEC ÉLÉMENTS MOISÉS ET CHAINAGE BA



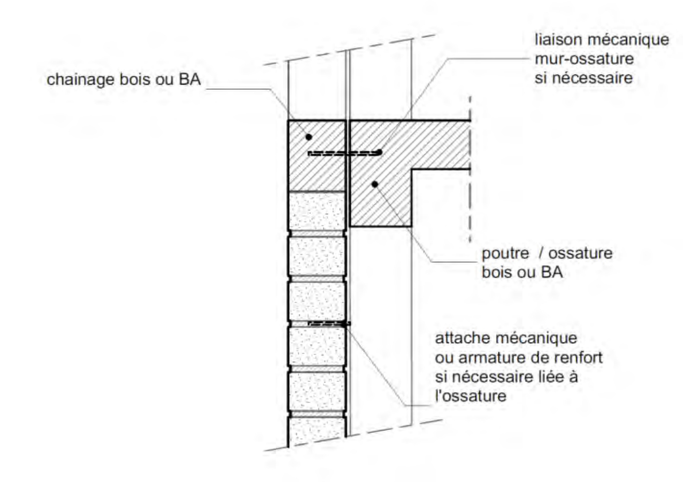
3.7.4. LIAISON PLANCHER-MUR

3.7.4.1. LIAISON MUR-OSSATURE-PLANCHER

Seule l'ossature assurera la connexion structurelle avec les planchers.
Les murs de BTC formant une enveloppe extérieure peuvent être connecté à l'ossature au niveau des chaînages si possible disposés au droit des planchers formant un diaphragme rigide.

COUPES DE PRINCIPE / JONCTIONS MUR-OSSATURE-PLANCHER

OSSATURE BOIS OU BÉTON INTÉRIEUR

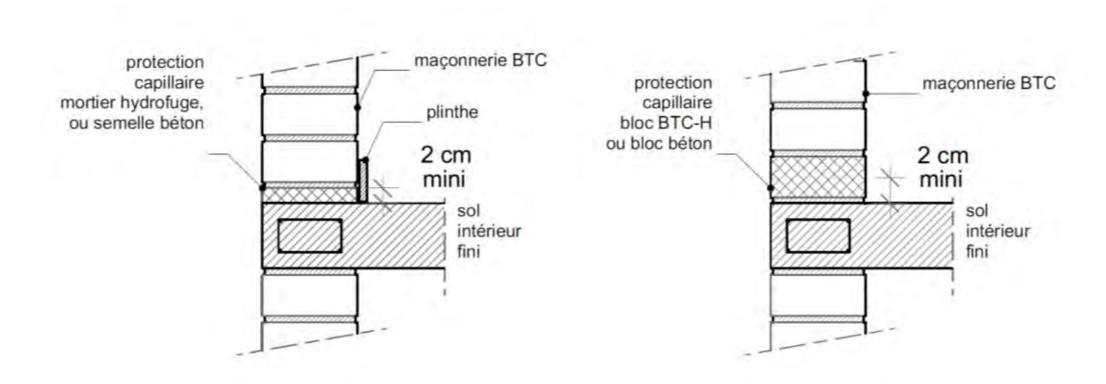


3.7.4.2. PROTECTION INTÉRIEURE AU NIVEAU DES PLANCHERS

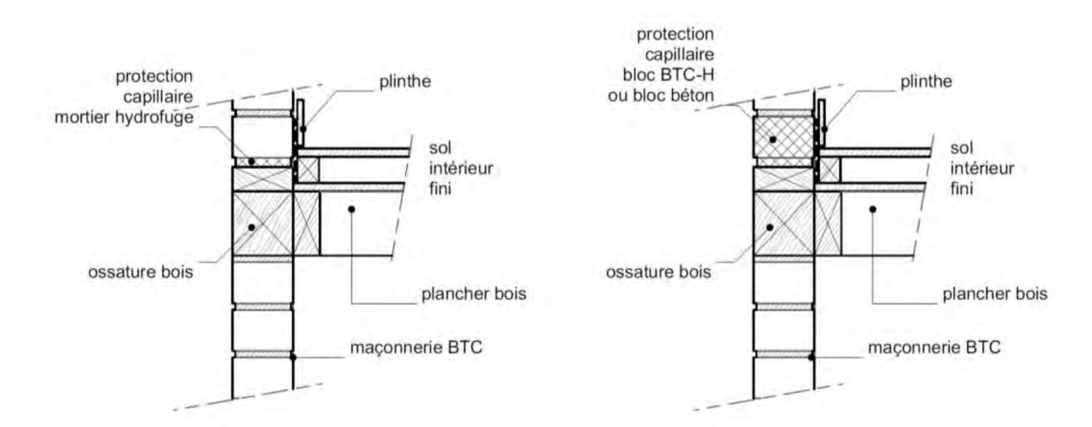
Pour la première assise de tous les niveaux courants, une protection renforcée des bas de maçonnerie, côté sol intérieur, peut être assurée si nécessaire par :
Sur l'assise inférieure, la mise en œuvre d'un premier lit de mortier sable/ciment dosé à 600 kg/m^3. Une plinthe côté intérieur protégera la base du mur.
Pour protéger des interventions trop agressives d'entretien comme par exemple les sollicitations mécaniques des balais ou lessiveuses en l'absence de plinthe ou pour une protection renforcée à l'humidité, la première assise est réalisée en utilisant des blocs formant coupure de capillarité : bloc type agglomérés de béton, bloc BTC-H, brique cuite ou toute solution équivalente.

EXEMPLES DE DISPOSITIONS POUR ASSURER UNE PROTECTION CAPILLAIRE RENFORCÉE AU NIVEAU DES PLANCHERS

OSSATURE BÉTON



OSSATURE BOIS



OSSATURE BOIS INTÉRIEURE – MUR EN ENVELOPPE EXTÉRIEUR – CHAINAGE BOIS OU BÉTON



3.7.5. COUVERTURE

3.7.5.1. LIAISON AVEC LA TOITURE

Seule l'ossature porteuse assurera une liaison mécanique avec la toiture.

3.7.5.2. DÉBORT DE COUVERTURE MINIMUM

Les murs en maçonnerie de BTC doivent être protégés à leur sommet de l'infiltration de l'eau par une couverture étanche[28]. La protection devra présenter une profondeur ou une longueur de débord par rapport au mur telle que défini à la partie 3.5.1. Étanchéité à l'eau

3.7.5.3. ÉMERGENCES ET SOLINS

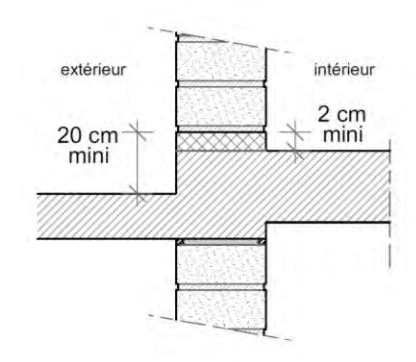
Les émergences et les solins protègent de l'eau la base des murs en BTC au-dessus des toitures ou des terrasses. Ils s'intègrent dans un système d'étanchéité empêchant les infiltrations.

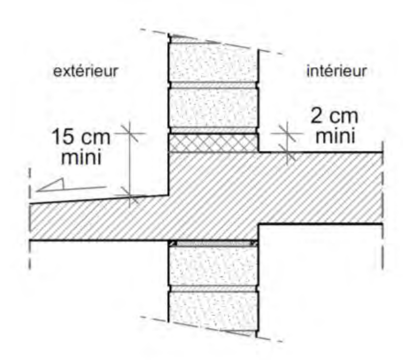
Pour les éléments collés ou accolés au mur et formant des saillies importantes, il sera mis en place sur le mur un solin, une émergence ou tout autre système équivalent, formant une barrière étanche de 20 cm de hauteur minimum.

Dans le cas d'un élément, balcon, saillie ou toiture par exemple, avec forme de pente sans possibilité de rétention d'eau au contact du mur, la hauteur de cet élément pourra être réduite à 15 cm.

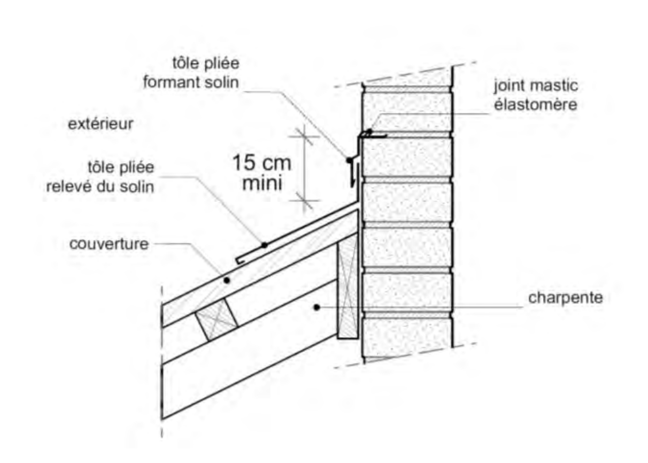
COUPES DE PRINCIPE DES ÉMERGENCES – BALCON ET TERRASSE

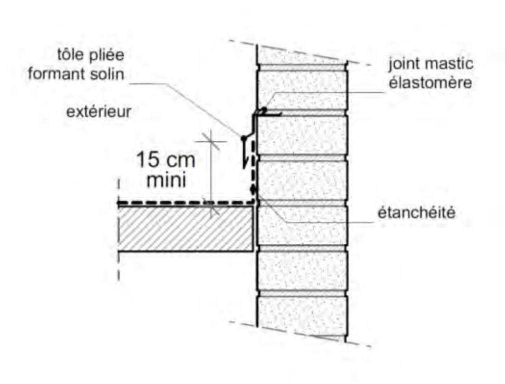
[28] Les éléments de couverture doivent répondre aux spécifications de la norme NF DTU 40.





COUPES DE PRINCIPE DES SOLINS





3.7.6. FRACTIONNEMENT DES MURS PAR DES JOINTS DE RETRAIT, DE TASSEMENT OU DE DILATATION

Avant tout début de travaux, les emplacements des reprises de maçonnerie et des joints de retrait, de tassement ou de dilatation doivent être définis dans tous les murs. Ils figureront sur les plans d'exécution.

Dans le cas de murs ayant des exigences de résistance au feu, les joints y compris les joints de retrait, de tassement ou de dilatation dans ces murs ou entre ces murs et d'autres éléments séparatifs doivent empêcher la propagation du feu. Les couches d'isolation dans les joints doivent être constituées de fibres minérales ayant un point de fusion supérieur à 1 000°C ; les cavités éventuelles doivent être soigneusement calfeutrées. Si d'autres matériaux sont utilisés, il doit être démontré par essais qu'ils satisfont les critères E et I.

3.7.6.1. JOINT DE RETRAIT

Pour les murs de maçonnerie en BTC de grande longueur, des joints de retrait sont nécessaires.
Le joint de retrait consiste soit en un joint creux soit en un joint calfeutré par un mastic adapté. Il est le plus souvent à bords droits. Il existe des solutions par calepinage à redent de la maçonnerie.

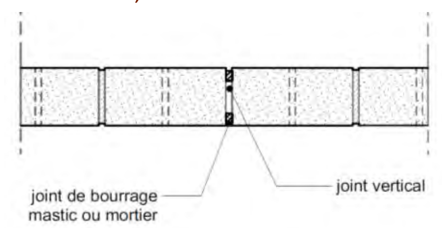
Si des joints de retrait sont prévus dans le soubassement, ils doivent impérativement être prolongés verticalement dans la partie maçonnée en BTC.

Rappel 3.4.3. Longueur maximale : quelle que soit la classe de BTC considérée, la longueur libre des murs entre bords libres, joints de retrait, murs de refends ou contreforts ne doit pas dépasser un maximum de 26 x (t_f+1,5cm)

3.7.6.2. JOINT DE TASSEMENT SOUS POIDS PROPRE

Dans le cas de charges non uniformes, par exemples au niveau d'allèges réalisées comme un remplissage, des joints de tassement sont nécessaires. Le joint de tassement consiste soit en un joint creux soit en un joint calfeutré par un mastic ou un élastomère.

JOINTS DE RETRAIT, DE TASSEMENT OU DE DILATATION, DISPOSITIONS DE PRINCIPES, VUES EN PLAN



3.7.6.3. JOINT DE DILATATION OU DE RUPTURE NÉCESSAIRE AU BÂTIMENT

Dans tous les cas, les constructions à façades en BTC devront comporter des joints de dilatation ou de rupture intéressant toute la structure ; leur espacement ne peut être supérieur à 35 m dans les régions humides et tempérées.

La largeur du joint doit être au moins égale à 4 cm.
Le joint pourra être laissé vide ou rempli à l'aide d'une laine minérale non hydrophile de masse volumique inférieure à 30 kg/m^3 ou d'un mastic adapté[29].

3.7.7. JONCTION ENTRE MURS

3.7.7.1. JONCTION ENTRE MURS DE BTC MÊME NATURE

Des murs concourants des même nature (remplissage) doivent être liés entre eux de telle sorte que le comportement des maçonneries soit homogène. Les jonctions doivent être réalisées par harpage des assises de façon à assurer la continuité de l'appareillage.
Il convient de monter simultanément les maçonneries des murs qui s'entrecroisent.

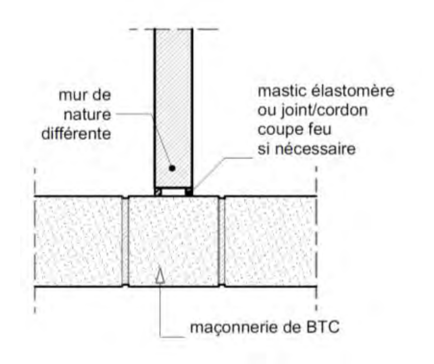
3.7.7.2. JONCTION ENTRE MURS DE DIFFÉRENTES NATURES

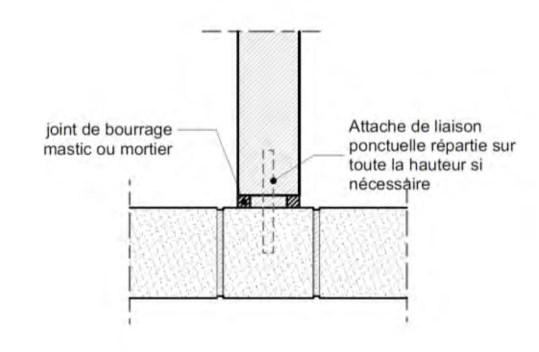
L'intersection d'un mur de remplissage en BTC avec un mur servant d'ossature pourra être réalisée avec le même type de liaisons que celles décrites dans la partie traitant des liaisons avec l'ossature (cf. partie *3.7.3. Jonction entre ossature et mur de remplissage en BTC*). Dans le cas où des éléments particuliers d'ancrage mécanique sont utilisés, tels que attaches, brides de fixation, étriers de support et consoles, ils devront être conformes à la norme NF EN 845-1.

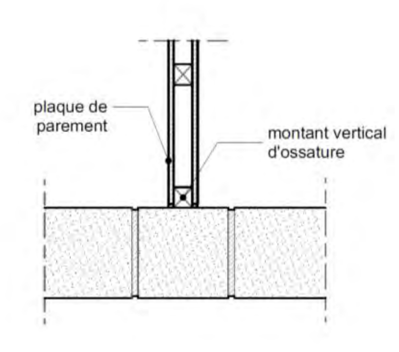
On évitera de lier mécaniquement les murs concourants de remplissage de différentes natures afin d'éviter l'apparitions de tous défauts liés aux comportements différentiels des matériaux.

S'il subsiste un vide entre les murs, la jonction sera assurée soit par un mastic ou un élastomère continu pour garantir l'étanchéité, soit pour la sécurité incendie, par bourrage à l'aide de fibre minérale haute densité ou un joint coupe-feu.

PLANS DE PRINCIPE / JONCTIONS DES MURS NATURES DIFFÉRENTES







29 NOTE les joints de dilatation peuvent être, si le mouvement est libre, recouverts d'un couvre-joint.

3.7.8. OUVERTURES

3.7.8.1. GÉNÉRALITÉS

Les tableaux des baies doivent être largement dimensionnés avec une grande inertie du linteau et de l'appui et une bonne stabilité des jambages. Il faut assurer une bonne reprise des charges et particulièrement des effets différentiels de tassement soit poids propre.

Le tableau peut être traité en bois, en maçonnerie ou en acier, etc. (veiller au travail différentiel entre le tableau et le mur).
Des systèmes de tableaux préfabriqués, type précadre (bois, métal, béton), peuvent être utilisés. Ils seront étudiés en prenant en compte les différences de variations dimensionnelles, dilatation et retrait, des matériaux.

Les ouvertures constituant un lieu privilégié d'apparition de pathologie, on doit apporter un soin tout particulier à leur conception et leur réalisation.

3.7.8.2. DIMENSIONNEMENT

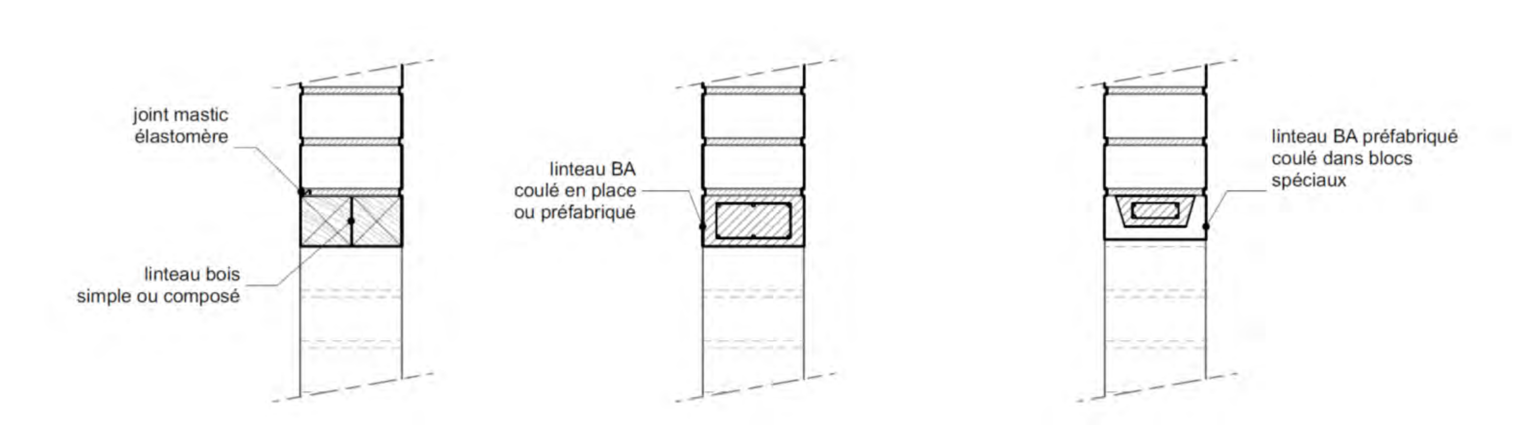
Toutes les règles de dimensionnement des structures en maçonneries de BTC vues précédemment s'appliquent.
Dans le cas d'une maçonnerie de BTC où les ouvertures sont réalisées comme des percements ponctuels d'une même paroi, les règles complémentaires suivantes, indicatives, peuvent être appliquées[30] :
Il convient d'éviter les trop grandes concentrations de vides ou les trop grandes ouvertures à moins d'avoir conçu la structure en conséquence :

- Dans un même pan de mur, le rapport des vides et des pleins ne doit pas être supérieur à 1/3 et doit être le plus régulièrement réparti.
- Les portées classiques des ouvertures se limitent à 1,20 m pour des linteaux de section classique. Pour les plus grandes baies, il faut dimensionner le linteau et son appui en conséquence.
- La distance minimale entre une baie et un angle de maçonnerie en BTC ou un bord du remplissage en BTC en contact avec un poteau de l'ossature est de 45 cm.
- La largeur d'un trumeau commun à deux baies n'est pas inférieure à l'épaisseur du mur et doit présenter une largeur minimale de 45 cm.

3.7.8.3. LINTEAU

Ils sont coulés sur place ou préfabriqués et réalisés en béton, acier ou bois. La longueur d'appui ne peut être inférieure à 20 cm.
Les linteaux préfabriqués nécessitent un appui homogène, ils seront mis en œuvre aux appuis sur un lit de mortier frais.
La compatibilité de la déformation verticale du linteau avec l'usage des BTC doit être prise en compte de telle sorte que la flèche maximum du linteau soit limitée à 1/500 de sa portée.

COUPES DE PRINCIPE DES LINTEAUX BOIS ET BETON

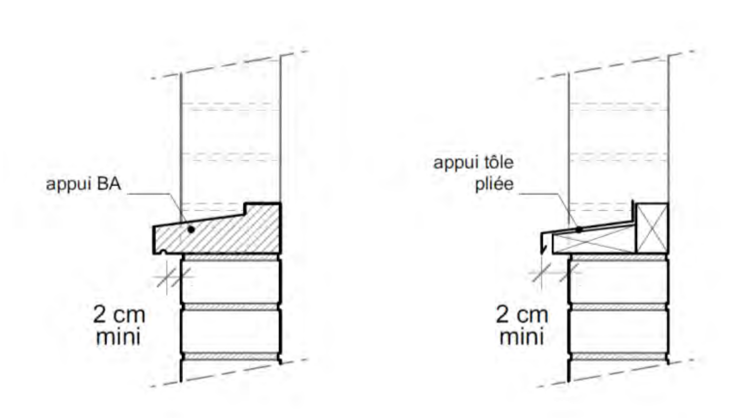


30 Ces règles de dimensionnement des ouvertures dans une maçonnerie en BTC n'excluent pas la variété de conception de leur forme et de leur taille.

3.7.8.4. APPUI DE BAIE ET JONCTION ALLÈGE-TRUMEAU

Les charges transmises par les jambages doivent être bien reprises. Pour cela on pourra prolonger l'appui de part et d'autre de la baie.
Afin d'éviter le cisaillement de l'allège, il est préférable d'adopter la solution de joints de tassement entre l'allège et le mur (voir *3.7.7. Fractionnement des murs par des joints de retrait, de tassement ou de dilatation*) ou celle d'une allège indépendante traitée en remplissage dans une réservation faite lors de la construction du mur[31].
Dans ce dernier cas, si une contrainte importante de stabilité mécanique est recherchée, la liaison entre allège et paroi courante peut être traitée par l'intermédiaire de l'appui de fenêtre assurant le maintien de la tête de mur.

COUPES DE PRINCIPE DES APPUIS DE BAIE



3.7.8.5. LARMIER

Pour parer les effets nuisibles du ruissellement on prendra toutes dispositions utiles telles que la mise en place de larmiers et de solins.
En particulier, il importe de disposer un larmier sous le linteau et sous l'appui. On évitera les saillies en linteau et en jambages.

Le débord du larmier de l'appui de baie par rapport au nu brut du mur non encore enduit devra être d'une longueur suffisante de façon à garantir un débord de l'élément formant goutte d'eau supérieur à 2 cm avec le nu fini de la maçonnerie de l'allège.

3.7.8.6. SCELLEMENTS ET FIXATIONS DES MENUISERIES

Les scellements doivent être particulièrement soignés. De même, il est préférable de renforcer les feuillures, ébrasements ainsi que tous scellements de chambranles, de gonds ou de paumelles.
On réalisera l'ancrage des cadres dormants des menuiseries impérativement dans les éléments d'ossature (bois ou béton).
Un scellement direct des précadres de portes et fenêtres dans la maçonnerie de blocs de terre comprimée doit impérativement garantir un bon ancrage. Il peut être traité par des pattes de fixations métalliques, type feuillard, d'une longueur minimum de 120mm, scellées dans le mortier des joints du mur et réparties sur la hauteur des précadres.
L'ancrage par fixation mécanique est également admis (vis et cheville par exemple).
La fixation des menuiseries peut également être réalisée avec des blocs en béton de ciment maçonnés en place.
La fixation des menuiseries directement dans les blocs BTC n'est pas couverte par le présent document.
De préférence le scellement doit être compatible avec l'entretien, les réparations et l'éventuel remplacement des menuiseries sans endommager la structure du mur.

3.7.8.7. TRAITEMENTS DES JOINTS

Pour assurer l'étanchéité (eau et air) des menuiseries, il est d'usage courant d'utiliser des bandes de joint mousse pré-comprimée imprégné de résine synthétique et des mastics de calfeutrement et d'étanchéité. Les produits utilisés seront adaptés aux supports concernés : matériaux de maçonnerie conventionnelle d'un côté (brique, pierre, mortier, béton) et matériaux des menuiseries de l'autre (bois[32], acier, PVC, aluminium, etc.)

31 Le colmatage des joints entre allège et paroi devra être réalisé ultérieurement, lors des finitions, une fois que la maçonnerie sera suffisamment sèche et de préférence après que les murs soient complètement mis en charge.
32 Les matériaux pour joints pour fenêtres en bois, on se repote à la norme NF DTU 36.5

Les mastics de calfeutrement et d'étanchéité pourront être réalisés avec des produits de type mastic élastomère ou élastique élastomère à très forte adhésivité (silicone, polyuréthanne, résine acrylique, hybride).

3.7.9. FIXATIONS NON STRUCTURALES

Quel que soit le type de fixation, une distance minimale de 15 cm des arêtes saillantes est requise. Dans tous les cas une distance minimale aux bords égale à 2 fois la profondeur d'ancrage devra être respectée.
Si le sens de la fixation est parallèle au matériau, dans l'axe du plan du mur, la fixation s'effectuera dans le tier central du mur et la distance au bord peut être réduite à 1 fois la profondeur d'ancrage.
Une distance minimale entre fixation devra respecter un entraxe minimum de 20 cm ou de 4 fois la profondeur d'ancrage.

Seules sont concernées les fixations pour des applications non structurelles (comme par exemple les tuyauteries, les canalisations et les chemins de câbles) ou des applications à risque "modéré" (risque de pertes en vies humaines quasi nul, conséquences économiques faibles, dommages localisé) comme la fixation d'éléments de mobilier, d'équipement, de menuiseries ou des doublages des murs.
Aucune fixation par clouage ou par pistoscellement ne pourra être réalisée.

En cas de doute sur la capacité de résistance de fixation, Il est nécessaire de réaliser au préalable une série d'essais de validation (essai du fournisseur ou organisme indépendant) [33].

3.7.9.1. FIXATION BOITE ÉLECTRIQUE

Pour le scellement de boite électrique ronde ou carrée, le scellement des boites se fait au plâtre classique en fond de trou. Le garnissage de finition sera quant à lui réalisé avec le mortier à BTC.

3.7.9.2. FIXATION CHARGES FAIBLES

Pour la fixation des charges faibles, inférieures ou égales à une charge de 30 kg [34] par fixation, on utilisera des chevilles à expansion dites "légères", en plastiques (Polyamide/Nylon) ou caoutchouc adaptées aux matériaux pleins (briques, carreaux de plâtre, béton, béton cellulaire, etc.). Le nombre, le diamètre et la profondeur des fixations devront être adaptés à la charge à supporter.

Tableau 6 : valeurs de charge recommandées pour chevilles à expansion

Valeurs recommandées					
Dimension de l'ancrage Ø de perçage x profondeur d'ancrage	Ø 5 x 40	Ø 6 x 50	Ø 8 x 60	Ø 8 x 100 Ø 10 x 70	Ø 8 x 120 Ø 10 x 100
Charge maximum recommandée F_{rec} en kN (1 kN ≈ 100kg)	0,04	0,07	0,10	0,20	0,30

3.7.10. FINITIONS - REVÊTEMENTS EXTÉRIEURS ET INTÉRIEURS

Il est important de prendre en considération que le BTC est un matériau hygroscopique, qui a la propriété d'absorber et de restituer l'humidité. Il faut donc prêter une attention particulière à la nature des finitions et des revêtements utilisés et à leur mise en œuvre, afin de ne pas bloquer les échanges de vapeur d'eau et ainsi éviter des condensations malencontreuses à l'intérieur de la paroi.

3.7.10.1. FINITIONS ET REVÊTEMENTS COURANTS EXTÉRIEURS ET INTÉRIEURS

La technique du BTC permet de laisser le matériau brut. La pose d'une finition extérieure et/ou intérieure n'est pas toujours nécessaire[35].
La protection des maçonneries de BTC susceptibles d'être exposée peut-être renforcée par certaines dispositions telles que enduit, badigeon, peinture, etc.

---

33 Les résistances caractéristiques de résistance des fixations sous des charges statiques ou quasi statiques peuvent être évaluées si nécessaire en préalable par la méthode de calcul selon ETAG001, Annexe C, Méthodes de conception-calcul des ancrages. Elles devront cependant être vérifiées par une série d'essais de validation.
34 En l'absence de campagnes d'essais et de tests spécifiques, qui n'ont pu être menés en Guyane, les valeurs retenues pour les charges recommandées sont volontairement très faibles.
35 Sur les murs très sollicités (contact par frottement), il est possible d'appliquer un fixateur qui va bloquer la surface et éviter que des poussières ou grains fins ne se détachent du mur.

Si un traitement de finition du mur est réalisé (enduit, revêtement ou isolation complémentaire), il convient d'utiliser des produits perméables à la vapeur d'eau. L'application de produits de finition imperméables à la vapeur d'eau simultanément sur les deux faces du mur est proscrite[36].

Les revêtements appliqués directement en façade (enduit, peinture) doivent toujours s'arrêter à environ 15 centimètres du sol fini extérieur. Une bande de 5 à 15 centimètres sur le soubassement en pied de façade doit être laissée non traitée ou traitée avec de la peinture spéciale soubassement pour prévenir les remontées capillaires.

Les murs en BTC pourront donc, soit être laissés bruts, soit recevoir :

- un badigeon ;
- une peinture : peinture minérale, peinture polymères, revêtements d'imperméabilité de i1 à i4[37] ;
- un enduit[38]. La préparation du support par piquage de la surface peut être nécessaire ;
- un doublage.

Les revêtements dits d'imperméabilisation sont soit des enduits hydrauliques spécialement formulés et mis en œuvre pour application sur support terre crue (cf. règles professionnelles «Mise en œuvre des enduits sur supports composé de terre crue »), soit des revêtements d'imperméabilité de classe I3 ou I4 au sens du DTU 42.1.

MAÇONNERIES ENDUITES

Les revêtements extérieurs et intérieurs sous forme d'enduits doivent respecter les Règles professionnelles pour la mise en œuvre des enduits sur supports composés de terre crue acceptées par la Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) de l'Agence Qualité Construction en 2012.

Si l'enduit est continu et recouvre à la fois les éléments d'ossature et le remplissage en BTC, il faudra prendre soin, à la jonction des deux matériaux, soit :

- de créer, dans l'enduit, au droit de la jonction des matériaux, un joint franc et calfeutré ensuite par un mastic ;
- de laisser un joint souple de désolidarisation entre la maçonnerie et l'ossature. Ce joint se poursuit dans l'enduit et il sera calfeutré par un mastic selon la norme NF DTU 44.1.

Dans certain cas de figure, il peut être envisagé au droit de la jonction, de réaliser un enduit renforcé par des armatures - grillage, treillis ou maille, de préférence non métallique - débordant de 15 cm de part et d'autre de la jonction entre ossature et remplissage. Les armatures ou treillis sont incorporés par marouflage dans la première couche de l'enduit. Cette disposition bien que possible n'est cependant pas recommandée en raison des comportements différentiels entre matériaux favorisant, même avec cette disposition, l'apparition de fissures dans l'enduit, et particulièrement dans le cas d'une ossature bois.

3.7.10.2. REVÊTEMENTS SPÉCIFIQUES PIÈCES D'EAU ET SALLE DE BAIN

On soignera tout particulièrement l'équipement des pièces où la présence d'humidité est importante (douche, salle de bains, cuisine, etc.).
Un traitement de surface, étanche, devra protéger les murs en BTC dans les zones exposées aux projections et stagnations d'eau régulières.

Les murs en BTC devront recevoir :

- un enduit ciment hydrofugé et une finition type faïence,
- un doublage bloc ciment ou briques plâtrière avec lame d'air. Une étanchéité type étanchéité liquide et une finition type faïence seront mises en œuvre sur le doublage,
- un doublage plaque de plâtre hydrofuge, une étanchéité liquide et finition type faïence.

36 Hors cas spécifique des zones soumises aux projections et stagnations d'eau régulières (relevé d'étanchéité, solin, zones de concentration d'eau des pièces d'eau et salle de bains, etc.)
37 Le retour d'expérience réalisé en 2015 par les équipes en charge de la maintenance sur le parc locatif de la SIM à Mayotte qui se compose de plus de 1800 logements réalisés en BTC, utilisant de nombreux types de peinture pour support de type minéral, n'a pas fait apparaître de problème de compatibilité entre ceux-ci et les BTC. Il n'a pas non plus été constaté de vieillissement prématuré de ces revêtements.
38 Dans le cas d'un enduit au mortier, celui-ci doit être compatible avec les caractéristiques des éléments de maçonnerie considérés selon les règles professionnelles pour la mise en œuvre des enduits sur supports composés de terre crue (Règles professionnelles, Enduits sur supports composés de terre crue, Réseau Écobatir, éditions Le Moniteur, Paris, septembre 2013)

3.7.11. DOUBLAGE - ISOLATION

Les doublages, lorsque ceux-ci sont mis en œuvre, doivent être solidarisés aux superstructures de gros œuvre par fixation mécanique sur ossature.

La paroi peut rester non isolée sous réserve de la conformité avec la réglementation thermique[39].

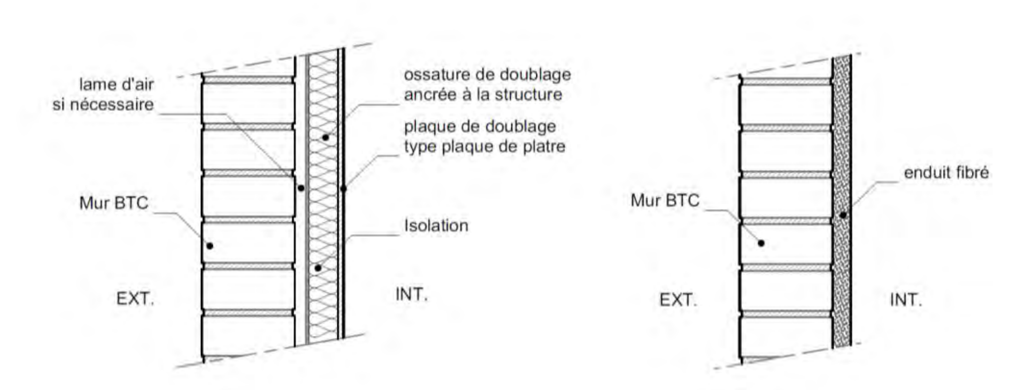
Dans le cas de la mise en place d'une isolation, on retiendra des solutions de parois isolées par l'intérieur.

Lors de la mise en place d'un isolant dans la conception de bâtiments spécifiques, l'isolation pourra être :

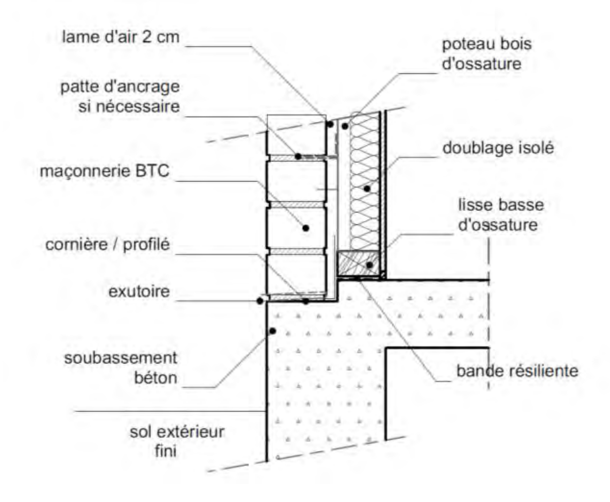
- Appliquée directement sur le mur, par exemple sous la forme d'un enduit épais fibré, spécialement formulé pour application sur support en terre crue ;
- Intégrée dans un doublage sur ossature;
- Constituée d'une structure rapportée, maçonnerie de blocs isolants ou structure portant l'isolant, par exemple.

L'utilisation d'un matériau isolant étanche aux transferts d'humidité est proscrite. Ceci afin d'éviter les problèmes de condensations pouvant entraîner des pathologies liées à présence prolongée d'humidité.

COUPE DE PRINCIPE DES DOUBLAGES ISOLANTS



DISPOSITION PARTICULIÈRE POUR ÉVITER LES RISQUES LIÉES À LA CONDENSATION EN PIED DE PAROI



39 RTAA DOM 2016 - Réglementations Thermique, Acoustique et Aération propres aux départements d'outre-mer. Les arrêtés thermique, acoustique et aération de la RTAA 2016 sont applicable en Guyane.

4. MATÉRIAUX

4.1. BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE

Cette partie décrit les caractéristiques du BTC et a pour objectif de donner une indication aux bureaux d'études lors de la phase de conception.
Les BTC utilisés pour la réalisation des murs devront être conforme aux exigences de la norme XP P13-901.
Les BTC utilisés seront uniquement des blocs pleins sans emboîtement. Toutes les classes de résistance des BTC (20 à 60) ainsi que toutes les catégories de blocs (O, S, H, P) peuvent être utilisées. En façade, seuls sont autorisés les blocs de classe BTC 40 ou 60, soit de catégorie H non enduits, soit de catégorie O avec enduit d'imperméabilisation applicable sur support en BTC.

La constitution des maçonneries de BTC, tout comme la fabrication du matériau, sont sujets à variations en fonction de la ressource choisie et du mode de mise en œuvre.
Ces facteurs déterminent les caractéristiques du matériau : densité, résistance mécanique, propriétés hydriques et thermiques.

4.1.1. DENSITÉ SÈCHE

La valeur moyenne la plus couramment obtenue est de l'ordre de 1,9.
La densité sèche[40] d'un bloc peut cependant varier entre 1,8 et 2,1.
Soit une masse volumique sèche ρ comprise entre 1 800 kg/m^3 et 2 100 kg/m^3 pour une valeur moyenne de 1 900 kg/m^3.

Cette variation est liée à la fabrication du bloc : constituants et volumes des mélanges et type de presse utilisée.
La densité influence de nombreuses caractéristiques du matériau. Dans la plupart des cas, lorsqu'elle augmente, la résistance caractéristique à la compression, l'inertie thermique et la conductivité thermique augmentent tandis que la capacité de rétention d'eau diminue.

4.1.2. RÉSISTANCE MÉCANIQUE

RÉSISTANCE À LA COMPRESSION

Pour ce qui concerne la résistance mécanique, on se rapportera à la partie 3.3. qui définit les classes de résistance caractéristique à la compression des blocs.
Les résistances caractéristiques à la compression sèche (Rc_{BTC}) sont respectivement de :
BTC 20 ≥ 2 MPa - BTC 40 ≥ 4 MPa - BTC 60 ≥ 6 MPa

RÉSISTANCE À LA TRACTION

La résistance à la traction par flexion du BTC (Re_{BTC}) représente 10% de la résistance à la compression[41].
Elle est l'ordre de 0,2 à 0,6 Mpa suivant les catégories.

RÉSISTANCE INITIALE AU CISAILLEMENT

La résistance caractéristique initiale au cisaillement de la maçonnerie, en l'absence de contrainte de compression est définie telle que f_{vko} = 0,10 Mpa[42]

MODULE D'ÉLASTICITÉ

Le module de Young (E_{BTC}) est couramment compris entre 1,5 et 4 GPa suivant les catégories de BTC utilisés[43].

[40] Cette variation est liée à la fabrication du bloc : constituants et volumes des mélanges et type de presse utilisée. Les blocs produits en Guyane présentent une valeur moyenne de 1,9, pour une variation comprise entre 1,8 et 2.
La densité influence de nombreuses caractéristiques du matériau. Dans la plupart des cas, lorsqu'elle augmente, la résistance caractéristique à la compression, l'inertie thermique et la conductivité thermique augmentent tandis que la capacité de rétention d'eau diminue.
[41] En Nouvelle Zélande, la norme propose ainsi d'estimer la résistance à la traction à partir de la résistance caractéristique à la compression : ReBTC = RcBTC/10.
42 En l'absence d'essai spécifique, valeur minimale de référence pour mortier d'usage courant. Valeur conservatrice volontairement inférieure à celle issue de l'Eurocode 6, calcul des ouvrages en maçonnerie.
[43] La norme néo-zélandaise estime le module de Young à partir de la résistance à la compression : E = 300 x RcBTC, soit des estimations moyennes de 0,9GPa à 2,1 GPa selon les catégories de BTC.

MODULE DE CISAILLEMENT

Le module de cisaillement G_{BTC} du BTC est défini conventionnellement tel que $G_{BTC} = 0{,}4 \cdot E_{BTC}$

COEFFICIENT DE POISSON

Coefficient de Poisson du BTC : ν_{BTC} : de 0,2 à 0,3

VALEUR DE FLUAGE

La valeur de fluage φ_C pour une maçonnerie porteuse de BTC de 22cm d'épaisseur est définie comme comprise entre 2 et 3[44].

44 Thèse de Nicole B. Trujillo de l'Université du Nouveau Mexique "MIX DESIGN AND MECHANICAL CHARACTERIZATION OF STABILIZED COMPRESSED EARTH BLOCKS AND ASSEMBLIES FOR THE JEMEZ PUEBLO IN NEW MEXICO" proposent un coefficient de fluage moyen de 2.21 pour des BTC stabilisés hourdés au mortier de ciment et chargés à 20% de la valeur de ruine pendant 56 jours

4.1.3. INFORMATIONS SUR LE BTC ET CARACTÉRISTIQUES COURANTES

Tableau 7 : Les valeurs présentées ci-dessous sont données à titre indicatif. Elles ne dispensent pas de la réalisation d'essais de caractérisation lorsqu'une exigence de performance spécifique est recherchée.

Caractéristiques du matériau				
MÉCANIQUE	**Symbole**	**BTC 20**	**BTC 40**	**BTC 60**
Masse volumique	ρ	1900 kg/m³ (de 1800 à 2100 kg/m³)		
Résistance moyenne à la compression	f_b	≥ 2 MPa	≥ 4 MPa	≥ 6 MPa
Résistance moyenne à la traction	f_{btm}	≥ 0,2 MPa	≥ 0,4 MPa	≥ 0,6 MPa
Cisaillement (G = 0,4.E)	*G*	0,6 GPa	1 GPa	1,6 GPa
Module de Young	*E*	1,5 GPa	2,5 GPa	4 GPa * * pouvant monter à 5,5 GPa
Coefficient de Poisson	ν	0,2	0,25	0,3
Résistance au cisaillement de la maçonnerie à l'origine	*f* vko	0,10 Mpa	0,10 Mpa	0,10 Mpa
Coefficient de fluage ultime	φ_c	2 à 3	2 à 3	2 à 3
Retrait/gonflement à l'humidité ou à long terme		-0,45 à +0,3 mm/m	-0,45 à +0,3 mm/m	-0,45 à +0,3 mm/m
Coefficient de dilatation thermique moyen		9 10^{-5}/K	9 10^{-5}/K	9 10^{-5}/K
HYDRIQUE				
Teneur en eau massique		1 %* * pouvant usuellement varier entre 0,5 et 2%		
HYGROTHERMIQUE				
Conductivité thermique	λ	0,8 W(m.K)$^{-1}$		
Capacité thermique (à 20°C)	*C*	800 J(kg.K)$^{-1}$		
Coefficient d'absorptivité (bloc nu)	α	de 0,55 à0,65		
Perméabilité à la vapeur d'eau	δ (π)	1.27. 10^{-10} kg.(m.s.Pa)$^{-1}$		
Résistance à la vapeur d'eau	μ	15		
Coefficient de transport capillaire	*A*	A ≤ 0.7 kg/m²s$^{1/2}$		

4.2. MORTIERS DE POSE

La maçonnerie est composée de blocs assemblés par du mortier. L'interaction mécanique bloc-mortier détermine les caractéristiques physiques de la maçonnerie.

4.2.1. GÉNÉRALITÉS

La pose des BTC est exécutée en utilisant des mortiers de type sable/liant[45].
Ils sont principalement destinés à la réalisation de maçonnerie à joints courants de 1 cm minimum à 1,5 cm maximum[46].
Les mortiers de montage sont fabriqués - dosés et mélangés - directement sur le chantier, où ils sont utilisés. Ils sont dits mortiers de recette ou mortier de chantier[47].

Le mortier de pose doit posséder des caractéristiques mécaniques[48] voisines de celles des blocs de terre comprimée.

Composition :
Pour les BTC stabilisés avec un liant (chaux ou ciment) on utilisera le même type de liant avec un dosage majoré de 1,5 à 2 fois.

Dmax :
Le diamètre maximal des grains doit être inférieur au 1/3 de l'épaisseur du lit de pose. Pratiquement on se limite à 4 mm.

Consistance :
Après malaxage avec l'eau d'apport, le mortier doit avoir une consistance plastique - souple et pâteuse - mais pas liquide.
A l'état frais, un mortier doit être bien "ouvrable". Outre une consistance convenable, il doit présenter une bonne cohésion ainsi qu'un pouvoir de rétention de l'eau contre la succion par les éléments de maçonnerie sur lesquels il est appliqué.

La composition et les propriétés mécaniques des mortiers sont décrits ci-après, partie 4.2.3.

4.2.2. CONSTITUANTS DES MORTIERS

Les constituants, sables et liants, utilisables pour la réalisation des mortiers de mise en œuvre des BTC sont identiques à ceux utilisés pour la maçonnerie des petits éléments[49].
Les différents constituants manufacturés doivent porter le marquage CE selon leur norme respective.

4.2.2.1. LIANTS

Les liants les plus couramment admis pour la réalisation des mortiers sont :

- le ciment Portland (CEM I), le ciment Portland composé (CEM II), le ciment de haut fourneau (CEM III/A) et le ciment composé (CEM V/A) conformes aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-4 et le ciment à maçonner (MC) conforme à la norme NF EN 413-1 ;
- la chaux hydraulique (HL) conforme à la norme NF EN 459-1 ;
- la chaux hydraulique naturelle (NHL) ou avec ajouts (NHL-Z) conforme à la norme NF EN 459-1 ;
- les chaux aériennes hydratées calciques (CL) ou dolomitiques (DL) conformes à la norme NF EN 459-1.

4.2.2.2. SABLES

Le sable sera de 0/2 mm à 0/4 mm avec un pourcentage de fines < à 5%.
Les granulats pour mortiers sont conformes à la norme NF EN 13139.
L'emploi de sable de mer n'est pas visé dans le présent document.

4.2.2.3. EAU DE GÂCHAGE

L'eau de gâchage d'un mortier doit être propre (eau claire et non acide).
L'eau de gâchage doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008.
L'eau potable convient pour la réalisation des mortiers.

---

45 Principalement ciment, chaux hydraulique ou chaux aérienne hydratée.
46 Certaines dispositions d'appareillage peuvent entraîner la réalisation de joint non courant qui pourront exceptionnellement être inférieur à 1 cm ou supérieur à 1,5 cm sans atteindre un maximum de 2,5 cm (mur arrondi, lit de mortier hydrofugé, liaison avec d'autres éléments constructifs, arc, etc.).
47 Conformes à la norme NF EN 998-2 pour mortier recette ou NF EN 1996-2 pour mortier chantier. Il n'existe aujourd'hui pas de mortier de recette industriel ou de mortier performanciel spécifiques pour la pose du BTC.
48 Les mortiers peuvent être caractérisés sur la base de la norme NF EN 1015-11.
49 NF DTU 20.1 P1-2

4.2.3. COMPOSITIONS DES MORTIERS

4.2.3.1. MORTIER SABLE - LIANT

Le tableau indicatif[50] ci-dessous présentent la composition des mortiers "recette" et la valeur escomptée de la résistance en compression f_m. Il permet d'adapter le mortier au choix de la résistance des éléments de maçonnerie.

Tableau 8 : Information indicative sur la performance des mortiers "recette" - sable/liant

EXEMPLE DE COMPOSITION DU MORTIER					MORTIER		BTC
En masse (kg) de liant par m3 de sable sec	Parts en volume				Résistance à la compression fm selon la EN 1015-11 (N/mm²)	Catégorie ou valeur équivalente	Classe de résistance
	Ciment (C)	Chaux hydratée (CL)	Chaux hydraulique (HL)	Sable			
C 250	2	-	-	9	8	8 M5	BTC 40/60
C 250 CL 50	2	1	-	9	8	8 M5	BTC 40/60
C 200 HL 100	2	-	1	10	8	8 M5	BTC 40/60
C 200 CL 100	1	1	-	6	5	M5	BTC 40
C 150 HL150	1	-	1	7	5	M5	BTC 40
C 150 CL150	1	2.5	-	7	2.5	M 2.5	BTC 20
C 100 HL 200	1	-	2.5	11	2.5	M 2.5	BTC 20
HL 400	-	-	2	5	2.5	M 2.5	BTC 20

Sur l'assise inférieure, le premier lit de mortier, sur soubassement ou dallage, sera plus fortement dosé : 600 kg/m^3 pour un mortier ciment.

4.2.3.2. MORTIER POUR JOINTOIEMENT APRÈS COUP DE MAÇONNERIE APPARENTE

Dans ce cas, les mortiers servant au jointoiement après coup ne pourront pas présenter une résistance mécanique supérieure au mortier de pose. De même les liants ne pourront pas être de classe de résistance supérieure à celui utilisé pour le montage.

[50] selon annexe nationale de l'Eurocode 6 partie 1.1

5. MISE EN ŒUVRE, DESCRIPTIONS & PRESCRIPTIONS

Cette partie définit étape par étape la technique d'exécution des parois de bâtiments en BTC.

5.1. ÉTAPES DE MISE EN ŒUVRE

Les maçonneries de BTC seront mises en œuvre après réalisation des fondations, soubassements maçonnés et la réalisation de l'ossature porteuse, de préférence dans son ensemble. Cette solution est à privilégier.

Le remplissage peut être réalisé à l'avancement niveau par niveau de l'ossature. Cependant ce choix implique une parfaite coordination des corps d'état sur chantier, ainsi qu'un délai d'attente pour la stabilisation « dimensionnelle » des ossatures : séchage et retrait des béton ou séchage des bois qui présentent souvent un taux d'humidité élevé en Guyane.

La maçonnerie en remplissage mise en œuvre dans une ossature béton sera réalisée en respectant un délai de séchage minimum des bétons permettant d'atteindre une résistance suffisante pour supporter la charge sans dommage.
La résistance du béton à 7 jours et d'environ 60 % de sa résistance maximale. On considère qu'il atteint sa résistance maximale après 28 jours.

La couverture pourra être réalisée avant ou après la réalisation des maçonneries.

Dans le cas où une partie des ouvrages assure le contreventement de la structure (charpente, murs, etc.), il devra être mis en place de contreventements provisoires avant la réalisation des remplissages en BTC.

L'entreprise en charge de la pose des BTC devra réceptionner les supports et s'assurer qu'il n'existe pas d'erreur d'implantation ou de tolérance dimensionnelle sur les structures associées.

5.2. DESCRIPTION DE LA MISE EN ŒUVRE DES BTC

5.2.1. TECHNIQUE DE MISE EN ŒUVRE DES BTC

5.2.1.1. GÉNÉRALITÉS

Le montage de la maçonnerie doit être exécuté de sorte que la stabilité soit garantie en cours de construction. Il convient d'être particulièrement attentif aux murs très élancés, non encore chaînés ou liés à l'ossature, particulièrement face au risque de vent violent. Il faudra si nécessaire étayer momentanément les parois.

5.2.1.2. DISPOSITION DE STOCKAGE DES MATÉRIAUX SUR CHANTIER

Il convient de protéger les agrégats (sables pour mortiers), les liants et les BTC de la pluie et de l'humidité pendant toutes les phases de manutention et de stockage précédant la pose.

Si les blocs livrés sont conditionnés "filmés" - sous film plastique - il est préférable de retirer le film afin d'éviter des phénomènes de condensations qui peuvent s'avérer important et provoquer des tâches ou des efflorescences à la surface des blocs.

Il convient d'éviter tout mélange entre des granulats de natures différentes. Pour éviter la pollution des granulats entre eux ou par le sol du site ou des déchets, le stockage doit se faire sur une aire aménagée. Le stockage peut être fait sur palette ou sur une surface gravillonnée.

Le stockage sur site doit se faire sous bâches en saison des pluies. L'aire de stockage doit permettre un drainage correct des eaux. Il est préférable d'aménager une aire de stockage présentant une légère inclinaison.

Les sacs de liants destinés à la fabrication des mortiers, ciment et chaux, seront stockés à l'abri de la pluie, mais également protégés des remontées d'humidité du sol, des projections de boue et de tout choc mécanique susceptible de les déchirer.
Si plusieurs types de liant sont nécessaires au chantier, leur stockage sera séparé pour éviter des erreurs et mélange.

5.2.1.3. GÂCHAGE ET UTILISATION DES MORTIERS

Gâchage des mortiers :
Les mortiers doivent être gâchés juste avant leur utilisation sur une surface propre.
Le gâchage est effectué soit manuellement soit au moyen d'un mélangeur mécanique.
Un mélange à sec des granulats et du liant avant l'ajout de l'eau peut permettre d'éviter des défauts d'homogénéité.
La durée de gâchage commence à partir du moment où tous les matériaux, eau comprise, sont incorporés au mélange.
La durée de gâchage usuelle est comprise entre 3 et 5 min. Elle ne doit pas dépasser 15 min.
Entre différentes gâchées, il faut éviter les écarts importants des durées de gâchage.

Durée d'utilisation des mortiers :
Le mortier fabriqué sur le chantier doit être mis en œuvre suivant les temps d'utilisation relatif au liant utilisé. En général il convient d'utiliser les mélanges moins de 30 minutes après leur fabrication.

5.2.1.4. POSE DES BTC

La surface d'application du mortier doit être préparée et propre.

Pour garantir une bonne adhérence entre mortier et blocs, le plan de pose et les BTC seront humidifiés avant la pose. Les blocs seront plongés dans l'eau et retirés immédiatement, le plan de pose sera légèrement mouillé en aspergeant celui-ci.
Le mortier est appliqué sur les faces à jointoyer en quantités adaptées.
Les BTC sont posées et mises en place sur le lit de mortier par collage en les plaquant en pression ou en les faisant translater jusqu'à avoir trouvé la position requise. Par effet de succion les BTC s'immobilisent.

Les blocs sont positionnés de niveau à l'aide de piges ou d'un niveau à bulle. Des cordeaux sont utilisés pour permettre de réaliser des assises alignées.

Il ne faut pas vibrer excessivement les BTC pour les positionner sous peine de supprimer l'adhérence entre le bloc et le mortier. Frapper les BTC est également à proscrire, sous peine de fissurer ou déstabiliser les maçonneries précédemment mises en œuvre.

5.2.1.5. CADENCE DE POSE ET LIMITE D'ÉLÉVATION QUOTIDIENNE

L'élévation, par jour, des maçonneries de BTC ne doit pas dépasser 10 fois l'épaisseur du mur (soit pour un mur de 14 cm d'épaisseur, 1,40 mètre maximum de hauteur par jour) au risque de désolidariser les premiers rangs par de trop fortes sollicitations latérales exercées sur l'ouvrage.

5.2.1.6 CONDITIONS CLIMATIQUES DE MISE EN OEUVRE

Il faut être très vigilant lors de la mise en œuvre aux conditions climatiques particulièrement si celles-ci sont chaudes et venteuses. Une dessication trop rapide de la maçonnerie peut entraîner l'apparition de fissures dues à un retrait important.

En règle générale, et par temps très chaud, dès que la température est durablement supérieure à 30 °C, et encore plus au-dessus de 35 °C[51], Il sera préférable de préparer des petites quantités de mortier utilisable rapidement[52].

Quelques précautions simples peuvent également être prises : maçonner aux heures les moins chaudes, travailler sur les parties d'ouvrage non exposées au soleil et au vent, protéger les maçonneries de la dessiccation (arrosage léger, produit de cure ou bâche (paillassons humides, films plastiques, etc.). Cette protection doit être maintenue en place durant les premières heures voire quelques jours selon l'évolution des conditions climatiques.

5.2.1.7. PROTECTION DES OUVRAGES EN COURS DE CHANTIER

Lors des épisodes pluvieux, il convient de protéger la tête de mur, et particulièrement les plans de pose, des ouvrages en cours de réalisation.

Les assises fraîchement maçonnées doivent également recevoir une protection qui doit être maintenue durant tout l'épisode pluvieux si celui-ci est continu.

---

51 De manière générale, les liants (chaux et ciment) ne doivent pas être utilisés à des températures supérieures à 35°c.
52 Les mortiers avec liant sont sensibles aux paramètres que sont la température, l'hygrométrie, la vitesse du vent, qui agissent sur : la rhéologie du mortier et son évolution ; la vitesse de prise ; la cinétique de son durcissement et sa dessiccation. Cela influence sensiblement l'ouvrabilité mais également, à terme, la résistance mécanique du mortier, donc celle du mur.

5.2.1.8. PROTECTION CONTRE LES DOMMAGES MÉCANIQUES

Durant le chantier et jusqu'au repli de celui-ci, il faut, si possible, protéger les surfaces des murs et spécialement les angles saillants des chocs qui pourraient les endommager. Ces dommages sont le plus souvent dus à la manutention d'éléments lourds durant le chantier (coffrages, échafaudages, outils divers) ou aux manœuvres d'engins et véhicules évoluant sur le site.

5.2.1.9. REPRISE DE L'ÉLÉVATION DE LA MAÇONNERIE

Lors de la reprise des travaux de maçonnerie, il convient de s'assurer que le plan de pose soit propre et dépoussiéré.

5.2.1.10. JOINTOIEMENT ET REJOINTOIEMENT

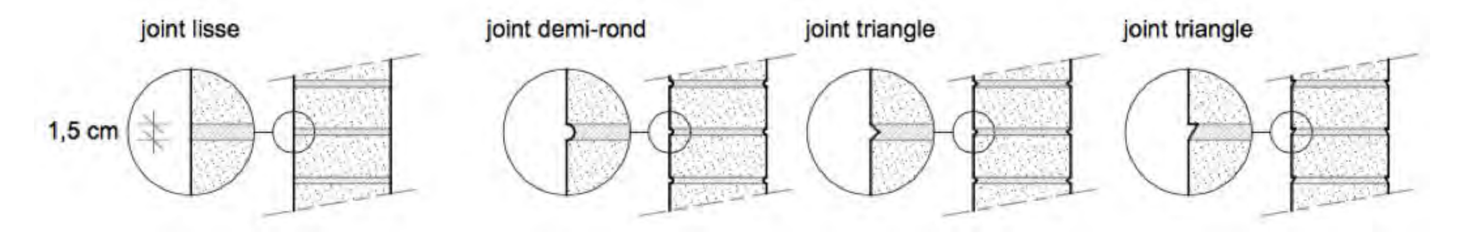
La liaison des blocs doit être correctement faite dans les deux directions de l'appareil des blocs, par la réalisation des joints horizontaux et verticaux.
Les joints verticaux doivent être bien bourrés.

L'excédent de mortier doit être raclé immédiatement après la pose du bloc et, si possible, les joints doivent être réalisés à frais pour une meilleure tenue (et limiter les tâches de laitance). Le joint en cours d'exécution doit être serré avant qu'il ne perde sa plasticité.

La finition des joints peut être faite en demi-rond, en triangle ou au nu des blocs. Ils seront serrés avec un fer à lisser ou à la langue de chat.

Sauf indication contraire, le profil du joint en retrait aura une profondeur maximale de 5 mm.
Les joints en retrait de plus de 5 mm ne sont pas recommandés car ils peuvent entraîner une stagnation d'eau sur le dessus du bloc.

Les joints peuvent également être légèrement creusés si le mur est destiné à être rejointoyé ultérieurement.
Lorsqu'un rejointoiement doit être effectué, la profondeur du grattage du mortier non durci est d'au moins 15 mm , sans dépasser 15 % de l'épaisseur du mur mesurée à partir de la surface finie[53].



L'opération de rejointoiement est précédée d'un nettoyage de la zone entière et, si nécessaire, d'un mouillage pour obtenir la meilleure adhérence possible entre mur et mortier.

Les joints horizontaux et verticaux doivent présenter une épaisseur finie comprise entre 10 mm minimum et 15 mm maximum.

5.2.1.11. COUPE, TAILLE, PERÇAGE

Couramment, sur chantier, il est recommandé d'utiliser un ciseau de maçon et une massette pour couper les blocs aux dimensions requises. Il est également possible de réaliser les coupes à l'aide d'une meuleuse équipée d'un disque pour maçonnerie (type disque diamanté).
Les BTC contiennent des graviers et cailloux qui peuvent faire dévier du plan de coupe ou provoquer des éclats importants des blocs. Le taux de perte des blocs sur chantier et de l'ordre de 5%.

On privilégiera si possible l'utilisation de blocs ¾ et ½ produits directement à ce format si un appareillage très soigné des maçonneries apparentes est souhaité.

Les tailles spéciales des blocs peuvent également s'effectuer à l'aide des mêmes outils (ciseaux de maçon ou meuleuse) mais également par perçage ou abrasion.

53 Pour les blocs avec évidemment, on ne dépassera par une profondeur maximum de 20mm.

Les blocs se percent à l'aide de forets à béton. Le perçage s'effectue de préférence sans percussion mais par abrasion et enlèvement de matière.
Pour les perçages précis, il est recommandé d'utiliser des forets pour métaux.

Une scie cloche avec lèvres diamantées peut être utilisée pour réaliser les réservations des boîtes électriques rondes.

5.2.1.12. FINITION DE LA MAÇONNERIE

La disparition de l'humidité en excès dans le mur prend du temps, le séchage sera plus ou moins rapide en fonction de l'épaisseur du mur, de son niveau de ventilation, de la température ambiante et enfin des apports d'eau au moment de la mise en œuvre (humidité des mortiers et des blocs, intempéries) ou de la mise en œuvre des matériaux environnants.

Il conviendra d'être attentif à ce que la paroi ne présente pas un taux d'humidité trop important avant la mise en œuvre des revêtements de finitions (peintures, enduits, etc.). Il est nécessaire de respecter un délai minimum de séchage de 2 mois avant que ceux-ci ne soient réalisés.

Une fois la maçonnerie sèche, si nécessaire, elle peut être balayée et/ou aspirée afin d'éliminer des grains et poussières non adhérentes.
Pour uniformiser l'aspect, limiter les effets de laitance et quelques défauts visuels, un léger égrainage de la surface de la maçonnerie, sans trop insister, avec un abrasif - type papier de verre de grain 120 - peut être effectué.

La maçonnerie peut alors être laissée brute, ou, si nécessaire, une finition peut être appliquée *(Cf. 3.6.12. Finition - Revêtement intérieur et extérieur).*

Si le mur est destiné à être enduit, il doit être soigneusement brossé (brosse métallique). Le mur ne doit pas absorber l'eau contenue dans l'enduit sous peine de compromettre sa prise et son durcissement et de réduire son adhérence. Il faut donc humidifier le mur pour éviter une succion capillaire, sans trop le mouiller, pour ne pas créer un film d'eau superficiel qui limiterait l'adhérence de l'enduit.
Il ne faut jamais enduire un mur de terre avant que le tassement du mur ne se soit opéré. Il faut donc attendre un achèvement complet des remplissages, et de préférence la finalisation complète du gros œuvre avant la réalisation des enduits.

5.2.2. SÉCURITÉ DES INTERVENANTS

Les mesures de sécurité à prendre sont identiques à celles concernant la réalisation d'un ouvrage en maçonnerie classique de petits éléments.
Il n'existe pas de conditions spécifiques de sécurité liées à la mise en œuvre de murs en BTC.

Suivant l'importance des ouvrages à réaliser, les dispositions de sécurités peuvent être détaillées dans un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) permettent d'assurer la sécurité des intervenants pendant toute la durée du chantier.

6. CONTRÔLE DE QUALITÉ DES BTC / PAQ

Le contrôle qualité doit être différencié en deux parties distinctes, car le producteur de blocs et l'entreprise de maçonnerie interviennent à des moments différenciés.

Les contrôles détaillés ci-après 6.1. Contrôle de production et 6.2. Contrôle d'exécution permettent d'assurer la maîtrise de la constance des performances des éléments constitutifs de la maçonnerie.

Un contrôle qualité concernant la réception des lots est décrit dans la norme XP P13-901. Annexes B et C. Il pourra être appliqué si les contrôles qualités de production n'ont pas été réalisés conformément à la partie ci-après (contrôle de production) et que les caractéristiques des blocs ne peuvent pas être garanties pas le producteur.

6.1. NIVEAUX DE SÉCURITÉ ET GESTION DE LA FIABILITÉ (BTC)

Cette partie propose un cadre d'évaluation et de contrôle de la constance des performances et de la gestion de la fiabilité pour les maçonneries en BTC à la fois au niveau de la production et au niveau de l'exécution.
Il permet de définir le coefficient de sécurité γ_M applicable à la maçonnerie de BTC.

6.1.1. NIVEAUX DE SÉCURITÉ ET CONTRÔLE DE PRODUCTION

Les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances sont définis comme suit [54] :

- **Système A,** avec suivi de conformité du contrôle de production en usine, y compris des essais par sondage sur des échantillons prélevés par un organisme tierce partie (OTP)[55];
- **Système B,** par auto-déclaration du fabricant.

Les catégories de maçonnerie sont définies comme suit :
- Pour le système A : Élément dont la résistance est déclarée avec une probabilité de 5% de ne pas atteindre cette valeur. Cette catégorie ne peut être atteinte que par mise en place d'un système d'évaluation et de vérification de la constance des performances défini dans le tableau suivant.

- **Pour le système B :** Élément n'étant pas censé présenter le niveau de confiance spécifié pour les éléments de maçonnerie du système A. Elle correspond à la mise en place d'un système d'évaluation et de vérification de la constance des performances défini dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances

SYSTÈMES D'ÉVALUATION ET DE VÉRIFICATION DE LA CONSTANCE DES PERFORMANCES		
Système	**A**	**B**
Contrôle de la production en usine (éventuellement essai)	**F**	**F**
Inspection initiale et périodique du système de contrôle de production	**OTP**	X
Essai de type initial avec d'échantillon choisi par le fabricant	**F**	**F**

F : sous la responsabilité du Fabricant
OTP : mené par un organisme tierce partie notifié choisi par le fabricant

[54] Le Système A correspond au niveau 2+ et le système B au niveau 4 suivant Le règlement délégué (UE) n568/2014, du 18/02/2014, modifiant l'annexe V du RPC - dans le cadre d'un marquage CE
[55] L'organisme tierce partie (OTP) est un organisme habilité ou présentant les compétences à pratiquer cette évaluation. Il remplace ici la qualification d'ON ou « organisme notifié » nécessaire dans le cadre d'un marquage CE. Cette qualification ne s'applique pas dans ce cas, car il n'existe pas de norme harmonisée européenne sur les BTC avec une annexe ZA

Coefficient partiel de sécurité γ_M pour la maçonnerie BTC :

Par défaut, ce coefficient est pris égal à γ_M =3,3. Cette valeur correspond à la valeur maximale de référence issue de l'Eurocode 6.

Ce coefficient partiel peut être diminué dans le cas où un niveau de contrôle correspondant au système A est mis en place.

Le choix du coefficient γ_M à appliquer à la valeur de résistance caractéristique de la maçonnerie afin d'obtenir la valeur de calcul est défini suivant le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : coefficient γ_M en fonction des différents niveaux de contrôle et de supervision

Niveaux de contrôle	γ_M
système A	**2,7**
système B	**3,3**

6.1.2. NIVEAUX DE SÉCURITÉ ET CONTRÔLE D'ÉXÉCUTION

Suivant la catégorie d'importance du bâtiment considéré, il pourra être défini le niveau de supervision de projet ainsi que le niveau de contrôle. Dans le cadre de ce document, seuls les niveaux de contrôle de production définie à la partie précédente influent sur la valeur du coefficient partiel γ_M.

Dans tous les cas, un plan d'assurance qualité (PAQ) est mis en place pour les opérations de suivi de chantier (voir partie 6.2. Contrôles qualité d'exécution).

Ces opérations de contrôles seront précisées suivant l'importance du bâtiment considéré. Elles pourront s'établir alors suivant trois niveaux[56] d'importance pour qualifier l'entreprise :

1. Un contrôle interne ou auto-contrôle de l'entreprise de maçonnerie - du maçon (pas de contrôle externe par une tierce partie).
2. Définition d'un plan d'assurance qualité (PAQ) pour le chantier[57]. Contrôle non continu du PAQ par le maître d'ouvrage ou son représentant[58].
3. Définition d'un plan d'assurance qualité (PAQ) pour le chantier. Contrôle continu du PAQ par le maître d'ouvrage ou son représentant.

[56] Ces trois niveaux s'inspirent des niveaux IL (inspection Level) classés de 1 à 3 suivant la NF EN 1990

[57] Le PAQ (Plan d'Assurance de la Qualité) doit notamment traiter :
– de la compétence du personnel d'exécution des travaux ;
– du choix des produits utilisés, en correspondance avec les prescriptions ;
– de la réalisation des ouvrages, conformément aux documents de référence.

[58] Ce contrôle n'est pas nécessaire si l'entreprise de mise en œuvre est titulaire d'une certification d'assurance qualité délivrée par un organisme accrédité (par exemple certification Qualibat).

6.2. CONTRÔLES QUALITÉ DE PRODUCTION

6.2.1. GÉNÉRALITÉS

Le contrôle de la production est une surveillance régulière de la production par le fabricant, permettant de garantir que les produits de construction en production répondent aux règles techniques déterminantes et aux valeurs déclarées. Ce contrôle permet de justifier de la conformité du produit.
Le fabricant est responsable du déroulement du contrôle de la production. Il doit disposer du personnel spécialisé, des dispositifs et appareils adaptés ou bien confier le contrôle de production à une structure externe appropriée.

Le contrôle qualité de production porte sur plusieurs aspects :

- **Les matières premières**
- **Les procédés et les équipements de productions**
- **Les matériaux produits (contrôle final)**

Le fabricant s'engage à fournir une fiche produit garantissant la classe (20, 40, 60) ainsi que la catégorie (O,S,H,P) des lots de blocs lors de chaque livraison.

6.2.2. LE CONTRÔLE QUALITÉ DES MATIÈRES PREMIÈRES

6.2.2.1. TERRES

Les contrôles qualité des terres utilisées reposent sur les caractéristiques des matières première donnés dans la XP P13-901-Annexe A. Il convient au producteur de s'assurer de la convenance des terres.

6.2.2.2. LIANT

Les Liants doivent respecter les prescriptions données dans la XP P13-901.

Tableau 11 : Récapitulatif des opérations de contrôle qualité des matières premières

VÉRIFICATION DES MATIÈRES PREMIÈRES			
Désignation	**Objectif**	**Méthode / contrôles/essais**	**Fréquence**
Matières premières (terres) à l'extraction ou à la livraison sur le site de production	S'assurer de la convenance de la matière	Essais selon XP P13-901 Annexe A	Avant la première utilisation de la terre. En cas de changement d'origine (gisement/carrière) En cas de doute, par exemple sur un changement de la nature des matériaux livrés et au minimum une fois par an.
Toutes les matières premières provenant d'un fournisseur (par exemple liant ; ciment et chaux)	S'assurer des caractéristiques et qualité des produits livrés	Contrôle de l'étiquetage / caractéristique technique et date d'utilisation Contrôle visuel de l'état des marchandises livrées	A chaque livraison

6.2.3. LE CONTRÔLE QUALITÉ DES PROCÉDÉS DE PRODUCTION

6.2.3.1. STOCKAGE DES MATIÈRES PREMIÈRES / AGRÉGATS ET LIANT

Un contrôle visuel quotidien doit être effectué afin de vérifier du bon stockage des matières premières.
L'aire de stockage doit permettre d'assurer la protection des différents matériaux contre les intempéries. Elle doit aussi être aménagée et suffisamment vaste ou équipée de silos pour éviter la contamination des différents matériaux entre eux.
Le stockage sur site pourra se faire sous bâches en saison des pluies. L'aire de stockage doit permettre un drainage correct des eaux. Il est préférable d'aménager une aire de stockage présentant une légère inclinaison

Les liants destinés à la fabrication seront stockés à l'abri de la pluie, mais également protégés des remontées d'humidité du sol, des projections de boue. Si plusieurs types de liant sont nécessaires à la fabrication, leur stockage sera séparé pour éviter des erreurs ou des mélanges accidentels.

En cas de souillure, mélange inapproprié ou dégradations des matières premières, les volumes des matériaux concernées doivent être rejetées de la production et faire l'objet d'une mise en décharge.
Ce contrôle devra faire l'objet d'une mention sur une fiche de contrôle.

6.2.3.2. DOSAGE ET MALAXAGE DES MATIÈRES PREMIÈRES

Un temps de malaxage minimum doit être défini pour chacun des mélanges mis au point. Il doit être tel qu'il permette l'obtention d'un mélange homogène. Ce temps de malaxage minimum devra faire l'objet d'une mesure (minuteur, autre...).
Un temps d'utilisation maximum du mélange en cas d'utilisation de liant hydraulique et après l'introduction d'eau dans celui-ci ne doit pas excéder les 25 minutes. Ce temps doit être respecté et doit également faire l'objet d'une mesure. Il est d'environ 2 heures pour une chaux aérienne. Tout mélange ayant dépassé son temps limite d'utilisation sera rejeté et mis au rebut.
A l'issue du malaxage des différents composants constituants le bloc et avant compression, la qualité du mélange, homogénéité, couleur, humidité et granularité, font l'objet d'un contrôle visuel. Le mélange ne doit pas présenter de partie agglomérée, sèche ou humide, ou de mottes ou de nodules d'argile non désagrégées.
Toute anomalie ou particularité devra faire l'objet d'une mention sur une fiche de contrôle et portera la référence du lot produit concerné.

6.2.3.3. COMPRESSION / MOULAGE

Au moment du passage de la matière malaxée à l'étape de compression, il devra être vérifié le bon remplissage en matière, volume et répartition, du doseur ou du moule-doseur le cas échéant, à chaque action de compression dans le cas d'une presse manuelle et au moins au démarrage et à la fin d'un mélange distinct et homogène dans le cas d'une presse automatisée.
La propreté des doseurs et des moules sera vérifiée au début des chaque journée de production et régulièrement tous les 150 blocs minimums.

6.2.3.4. CONDITION ET TEMPS DE CURE ET DE SÉCHAGE DES MATÉRIAUX PRODUITS

Pour les blocs non stabilisés, le temps de séchage minimum est de 4 semaines. Il est recommandé de favoriser un temps de 8 semaines avant la commercialisation des blocs. En cas de doute, un test de mesure de la teneur en eau de blocs peut être effectué.
Le séchage des blocs est achevé lorsqu'ils peuvent être manipulés sans risque de déformation, de dégradation, d'écornure.
Pour les blocs stabilisés au ciment, une cure de 4 semaines (28 jours) minimum est nécessaire.
Pour les blocs stabilisés à la chaux, une cure de 8 semaines minimum (56 jours) est nécessaire.
La cure des produits stabilisés avec des liants hydraulique doit s'effectuer en atmosphère humide au minimum pendant les 7 premiers jours pour éviter L'évaporation trop rapide de l'eau et favoriser une meilleure prise des liant jusqu'au durcissement.
Les lots produits avec stabilisant hydraulique pourront par exemple être stockés après leur fabrication enveloppés par des bâches, des membranes ou de films plastiques imperméables (film polyéthylène, PVC, etc.) qui limitent les échanges humides et évitent la dessiccation due à des conditions atmosphériques défavorables (vent) et permet l'augmentation de la température interne du matériau lors des phases de prise du liant.
Un contrôle visuel du stockage des lots en cure humide sous bâche imperméable sera quotidien durant la première semaine de cure. Le contrôle portera sur la qualité du bâchage des lots, parfaitement enveloppés et le plus hermétiquement possible. Les bonnes conditions de cure sont vérifiées par la présence d'eau (gouttes, gouttelettes ou pellicule humide) sur la face intérieure de la bâche de cure.

L'aire de cure et de séchage devra être à l'abri des intempéries (pluies) et d'une dessiccation trop rapide (soleil, ventilation trop forte) qui se manifeste par l'apparition de fissures occasionnées par le retrait. Elles sont peu profondes et sont surtout inesthétiques.
Le stockage des blocs devra également s'effectuer protégé des remontées d'humidité par capillarité du sol (palettes, bâches, aire

bétonnée, etc.)

Le contrôle visuel des conditions de séchage ou de cure (hors contrôles de la première semaine) sera hebdomadaire.
Les observations seront reportées sur une fiche de contrôle.

Les temps de séchage ou de cure doivent pouvoir être vérifiés. Pour cela les lots devront être identifiés par journée de production, marqué ou étiqueté, de telle sorte qu'aucune confusion entre lots ne soit possible. Chaque lot portera sa date de production, qui servira de date de référence, ainsi que toute autre indication permettant d'assurer un suivi du lot (par ex. nom du responsable de production, lot de matière première, dosage et type de liant utilisé, etc.).

Il peut être utile d'effectuer un double étiquetage, à l'intérieur et à l'extérieur du film de cure ou de la bâche de protection.
La vérification du respect du temps de cure sera effectuée au départ des lots (aire de stockage final ou chantier). Elle fera l'objet d'un enregistrement sur la fiche de contrôle et de suivi des lots.

6.2.3.5. CONDITIONS DE STOCKAGE FINAL DES BLOCS PRODUITS

Elles seront vérifiées visuellement une fois par semaine. Le stockage final des produits se fera de préférence abrité de la pluie et isolé des remontés capillaires du sol.

Tableau 12 : récapitulatif des opérations de contrôle qualité des procédés

VÉRIFICATION DES PROCÉDÉS DE FABRICATION			
Désignation	**Objectif**	**Contrôles/ essais**	**Fréquence**
Stockage des matières premières	Éviter les mélanges et souillures et assurer des conditions de stockage adaptées	Contrôle visuel	Une fois par jour
Dosage avant malaxage	Vérification de la propreté de l'usure, du bon fonctionnement des doseurs	Contrôle visuel	Une fois par jour en début de production
Malaxage	Vérification de la propreté de l'équipement	Contrôle visuel	Une fois par jour en début de production
	Respect des temps minimum et maximum de malaxage	Minutage	à chaque mélange
Compression/ moulage	Vérification de la propreté des moules	Contrôle visuel	Une fois par jour en début de production Au minimum tous les 150 blocs
	Vérification du dosage / remplissage du moule	Contrôle visuel	A chaque compression si presse manuel / au début et fin de chaque lot de mélange si automatisé
Cure des blocs	S'assurer du respect des bonnes conditions de cure	Contrôle visuel	Une fois par jour
	Vérifier les temps de cure humide	Identification des lots (marquage ou étiquetage)	Avant stockage final ou vente
Stockage des blocs	Éviter la présence trop importante d'humidité	Contrôle visuel	Une fois par semaine
	Vérifier l'isolement des productions non conformes	Contrôle visuel	Une fois par semaine

6.2.3.6. CONTRÔLE DES ÉQUIPEMENTS DE PRODUCTION

Le tableau ci-dessous reprend les différents éléments minima du contrôle à effectuer sur les équipements de productions.
Des contrôles différents de ceux mentionnés dans ce tableau peuvent être réalisés selon le type de matériel et d'équipements utilisé.

Tableau 13 : récapitulatif des opérations de contrôle qualité des équipements de production

VÉRIFICATION DES ÉQUIPEMENTS DE PRODUCTION			
Désignation	**Objectif**	**contrôles/essais**	**Fréquence**
Malaxeur	Vérification de l'usure du matériel	Contrôle visuel	Une fois par jour en début de production
Presse de fabrication	S'assurer du bon fonctionnement de la presse	Contrôle visuel	Une fois par jour en début de production
	Vérification du taux de compression	Par calcul des masses volumiques des blocs produits (Dimensions + pesage)	Lors de l'installation puis à chaque révision - au minimum une fois par an
Moules	Vérification Conformité et usure	Contrôle dimensionnel des blocs produits (voir ci-après contrôle des produits)	En cas de problèmes constaté sur la conformité des produits ou lors du remplacement du moule
Doseur à matières premières	Vérifier la précision du dosage	Vérification des quantités délivrées (volumes et/ou poids)	Lors de l'installation, en cas de doute ou, au minimum, une fois par an

6.2.4. LE CONTRÔLE QUALITÉ DES MATÉRIAUX PRODUITS

6.2.4.1. GÉNÉRALITÉS

Le fabricant doit vérifier régulièrement les propriétés des blocs de terre.
Le contrôle qualité des blocs sera réalisé conformément aux différents essais décrits dans la XP P13-901. Il peut être réalisé suivant :

- Soit les conditions du plan de contrôle de réception décrit dans l'annexe B de la XP P13-901.
- Soit les conditions et vérifications de contrôle produits décrits ci-après

Les contrôles seront différenciés suivant les catégories de bloc :

- S, usage en milieu sec (contrôles de type 1 selon XP P13-901) ;
- H, usage en milieu humide (contrôles de type 2 selon XP P13-901).

Ces essais portent sur les caractéristiques suivantes :

- vérifications d'aspect (blocs catégories S et H) ;
- vérifications dimensionnelles (blocs catégories S et H) ;
- vérifications du coefficient d'absorption d'eau par capillarité (blocs catégorie H) ;
- vérifications d'amplitude des variations dimensionnelles (blocs catégorie H) ;
- résistances mécaniques - compression sèche (blocs catégories S et H) ;
- résistances mécaniques - compression humide (blocs catégorie H) ;
- résistance à l'abrasion (blocs catégories S en apparent (A) et H).

Les vérifications sont effectuées successivement dans l'ordre des points de la liste précédente et selon les catégories de blocs

considérés. En cas de non-conformité du lot pour une caractéristique, les essais suivants ne sont pas effectués.

Chaque contrôle fait l'objet de l'élaboration d'une fiche ou d'un rapport de contrôle.

6.2.4.2. DÉSIGNATION DU RESPONSABLE

La responsabilité des contrôles et essais incombe au producteur et sont effectués soit sous forme d'auto-contrôle, soit par un tiers désigné ou encore un laboratoire agréé (voir Partie 8.2.1. Organismes de contrôle & tierce partie qualifiée) pour la désignation de ces organismes).

Le producteur, ou l'organisme désigné pour assurer le contrôle assisté du producteur ou de son représentant, effectue les prélèvements.

6.2.4.3. MÉTHODOLOGIE DE CONTRÔLE

ÉCHANTILLONNAGE CHOIX ET MARQUAGE

Le contrôle sur blocs doit s'effectuer sur des lots identifiés et après la fin de leur période de cure.
Les blocs sont affectés d'une marque permettant d'identifier le lot dont ils sont issus.

La validité de l'ensemble des contrôles est prononcée au vu d'un plan d'échantillonnage double par attributs (cf NF X 06-021). L'échantillonnage est effectué sur un lot de contrôle maximum, noté $L_{max,}$ provenant d'une même fabrication. Une fourniture ou une fraction inférieur compte pour un lot.

L'échantillonnage est défini par un nombre de blocs prélevés sur le lot de contrôle concerné, il est noté N_b.

Les valeurs du lots de contrôle L_{max} et nombre de blocs à prélevé N_b est défini ci-après partie 5.2.3.4. par type de contrôle.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES ESSAIS - CONDITIONS DE CONFORMITÉ DU LOT

La vérification est effectuée sur la moitié des blocs pris au hasard dans l'échantillon N_b prélevé sur le lot concerné L_{max}.

Soit K1 le nombre total d'éléments défectueux
- le lot est conforme si K1 = 0 ;
- le lot est non conforme si K1 ≥ 2
Si K = 2 : la vérification est effectuée sur la moitié des blocs restant de l'échantillon N_b.

Soit K2 le nombre total d'éléments défectueux dans les deux prélèvements de l'échantillon N_b :
- le lot est conforme si K2 =1 ;
- le lot est non conforme si K2 ≥ 2

Des conditions spécifiques de non conformité sont également décrites ci-après partie 6.2.4.4. par type de contrôle.

6.2.4.4. ÉCHANTILLONNAGE PAR LOT ET PAR TYPE DE CONTRÔLE

VÉRIFICATIONS D'ASPECT

- N_b : 10 blocs sur un échantillon L_{max} de 5000 blocs pris au hasard par fraction de 500 blocs
- blocs catégories S et H

VÉRIFICATIONS DIMENSIONNELLES

- N_b : 10 blocs sur un échantillon L_{max} de 5000 blocs pris au hasard par fraction de 500 blocs
- blocs catégories S et H

VÉRIFICATIONS DU COEFFICIENT D'ABSORPTION D'EAU PAR CAPILLARITÉ (BLOC H UNIQUEMENT)

- N_b : 8 blocs sur un échantillon L_{max} de 16000 blocs pris au hasard par fraction de 2000 blocs
- blocs catégorie H

VÉRIFICATIONS D'AMPLITUDE DES VARIATIONS DIMENSIONNELLES

- N_b : 8 blocs sur un échantillon L_{max} de 16000 blocs pris au hasard par fraction de 2000 blocs
- blocs catégorie H

Conditions de conformité spécifique

Le lot est conforme si la moyennes des résultats obtenus sur le prélèvement est conformes aux spécifications. Dans l'hypothèse inverse, la vérification est effectuée sur les blocs restant de l'échantillon.

Le lot est conforme si les moyennes des résultats obtenus sur l'ensemble de l'échantillon sont conformes aux spécifications. Dans l'hypothèse inverse, le lot est non conforme.

En outre, l'apparition de tout résultat < 0,8 fois la définition de la classe correspondante entraîne la non-conformité du lot.

VÉRIFICATIONS DE LA RÉSISTANCES MÉCANIQUES - COMPRESSION SÈCHE

- N_b : 10 blocs sur un échantillon L_{max} de 5000 blocs pris au hasard par fraction de 500 blocs
- blocs catégories S et H

Conditions de conformité spécifique

l'apparition de tout résultat < 0,8 fois la définition de la classe correspondante entraîne la non-conformité du lot.

VÉRIFICATIONS DE LA RÉSISTANCES MÉCANIQUES - COMPRESSION HUMIDE

- N_b : 10 blocs sur un échantillon L_{max} de 5000 blocs pris au hasard par fraction de 500 blocs
- blocs catégorie H

Conditions de conformité spécifique

L'apparition de tout résultat < 0,8 fois la définition de la classe correspondante entraîne la non-conformité du lot.

VÉRIFICATIONS DU COEFFICIENT DE RÉSISTANCE À L'ABRASION

- N_b : 6 blocs sur un échantillon L_{max} de 16000 blocs pris au hasard par fraction de 2000 blocs
- blocs catégories S en apparent (A) et H

Conditions de conformité spécifique

L'apparition de tout résultat < 0,8 fois la définition de la classe correspondante entraîne la non-conformité du lot.

Tableau 14 : récapitulatif des opérations de contrôle qualité des produits

VÉRIFICATION DES PRODUITS				
Désignation	**Objectif / méthodes**	**Méthode / contrôles/essais**	**Fréquence et échantillon**	**Catégorie de bloc**
Aspect	Conformité avec les valeurs déclarées et les tolérances associées selon XP P13-901	Contrôle visuel + mesure suivant XP P13-901	A tout changement de composition des mélanges et pour Nb de 10 blocs et pour Lmax de 5 000	S et H
Dimensions	Conformité avec les dimensions déclarées et les tolérances associées selon XP P13-901	Contrôle par mesure suivant XP P13-901	A la mise en service d'un moule neuf ou révisé - après révision de la presse et pour Nb de 10 blocs et pour Lmax de 5 000	S et H
Absorption d'eau par capillarité	Conformité à la valeur déclarée et à la tolérance selon XP P13-901	Essai XP P13-901	A tout changement de composition des mélanges et pour Nb de 8 blocs et pour Lmax de 16 000	H
Variations dimensionnelles	Conformité à la valeur déclarée et à la tolérance selon XP P13-901	Essai XP P13-901	A tout changement de composition des mélanges et pour Nb de 8 blocs et pour Lmax de 16 000	H
Résistances mécaniques - compression sèche	Conformité avec la résistance en compression déclarée et déterminée selon XP P13-901	Essai XP P13-901	A tout changement de composition des mélanges et pour Nb de 10 blocs et pour Lmax de 5000	S et H
Résistances mécaniques - compression humide	Conformité avec la résistance en compression déclarée et déterminée selon XP P13-901	Essai XP P13-901	A tout changement de composition des mélanges et pour Nb de 10 blocs et pour Lmax de 5000	H
Résistance à l'abrasion	Conformité avec la catégorie de résistance à l'abrasion selon XP P13-901	Essai XP P13-901	A tout changement de composition des mélanges et pour Nb de 6 blocs et pour Lmax de 16 000	S+A et H

6.2.5. TRAÇABILITÉ

6.2.5.1. ENREGISTREMENT DES CONTRÔLES

Les résultats du contrôle de la production doivent être enregistrés et doivent pouvoir être exploités pour assurer un suivi efficace de la qualité de production.
Les enregistrements doivent être conservés et présentables sur demande.
Ils doivent comprendre à minima les essais de contrôle réalisés sur les matières premières et sur les produits.

Ils comprendront au moins les indications suivantes :

- désignation du produit ; date de la fabrication du produit ou de prélèvement le cas échéant
- type d'essai ;
- date de réalisation de l'essai ;
- résultats des essais exigés et des essais réalisés en plus et, si nécessaire, comparaison aux exigences ;
- nom et signature du responsable du contrôle de la production.

6.2.5.2. FICHE TECHNIQUE DU PRODUIT

La fiche technique du produit doit indiquer le type de bloc produits :

- catégorie de résistance en compression ;
- catégorie d'application ;
- désignation ;
- masse volumique.

Cette fiche doit être jointe à la palette de livraison.

6.2.5.3. LIVRAISON

Les BTC fabriqués et contrôlés doivent être livrés accompagnés d'un bordereau de livraison où figurent les indications suivantes :

- Identification de l'entreprise de fabrication (nom et adresse) ;
- Identification du lot et références du fabricant ;
- Quantité et désignation des blocs livrés (classe et catégories) ;
- Date de la livraison ;
- Destinataire.

6.3. CONTRÔLES QUALITÉ D'EXÉCUTION DES MURS BTC

Les aspects de contrôle de la mise en œuvre sur chantier devront prendre en compte les règles de conception et mise en œuvre décrites dans le présent document, plus une liste de contrôle, établie à titre informatif, à modérer en fonction des spécificités du bâtiment concerné.

6.3.1. RÉCEPTION DES MATÉRIAUX

6.3.1.1. RÉCEPTION DES LOT DE BTC

Lors de la livraison, la réception est assurée par un responsable désigné de l'entreprise de pose des produits. Celui-ci s'assure de la conformité des blocs livrés par vérification de la fiche produit.
Il devra également s'assurer de l'état des lots livrés : humidité, dégradation lors du transport, etc. Le contrôle sera mené par une simple inspection visuelle. En cas de non convenance des lots de BTC, la livraison pourra être récusée.

En cas d'absence de contrôle qualité des BTC par l'entreprise de production comme défini partie 6.1.4., la réception des matériaux sur chantier pourra faire l'objet de contrôles à réception conformément à ceux décrits dans la norme porte XP P13-901.

Il convient de connaître les résultats d'essai de résistance mécanique des lots de blocs réceptionnés avant l'utilisation des matériaux sur le chantier.

On veillera à une réception des blocs dont le temps de cure a été respecté pour une mise en œuvre conforme.

Il est important que les blocs aient été stockés à l'abri de l'humidité afin d'éviter un trop grand retrait des ouvrages lors du séchage. S'il existe un doute sur une humidité trop importante des blocs, il ne faut pas les utiliser immédiatement.

6.3.1.2. RÉCEPTION DES AGRÉGATS - SABLES POUR MORTIER

Les différents granulats destinés à la fabrication du mortier sont livrés sur chantier soit en vrac, soit sous conditionnement en big-bag.

Les contrôles effectués sont visuels, à partir d'un échantillon prélevé lors de chaque livraison : convenance des sables, sans pollution, conforme aux normes et en cohérence avec les spécifications techniques de l'opération (granulométrie).

6.3.1.3. RÉCEPTION DES LIANTS

La livraison se fait en sacs sur site. Le contrôle à la livraison permettra de vérifier que :

- Les produits livrés sont sains, non altérés (humidité) et sans défaut, conformes aux normes et en cohérence avec les spécifications techniques de l'opération.
- La validité des dates limites d'utilisation prescrites par le fabricant sont respectées.

6.3.1.4. STOCKAGE SUR SITE DES MATÉRIAUX

Les dispositions du bon stockage des matériaux sur site sont identiques à celles décrites aux articles 6.1.3.1. et 6.1.3.5. et doivent être respectées.
Les résultats de ce contrôle donnent lieu à l'établissement d'une fiche de contrôle.

Tous les matériaux sont stockés de manière à conserver leurs caractéristiques respectives.

6.3.2. CONTRÔLE DE MISE EN ŒUVRE

Lors de la mise en œuvre sur chantier une attention particulière sera portée sur :

- les travaux préparatoires de chantier réception des supports, plans des réservations, etc.;
- le respect du calepinage, en plan et en élévation ;
- le respect des tolérances dimensionnelles ;
- les conditions climatiques de mise en œuvre, qui devront être conformes à l'article *4.3.1.5 conditions climatiques de mise en œuvre.*

La verticalité des parois ainsi que l'épaisseur de celles-ci, l'épaisseur des joints et la planéité d'ensemble doivent être contrôlées par les maçons tout au long du montage.
Le contrôle du respect des tolérances dimensionnelles ainsi que le contrôle d'aspect, permettent de réceptionner les ouvrages.

6.3.2.1. CONTRÔLE DU CALEPINAGE EN PLAN ET EN ÉLÉVATION

Un plan de calepinage des blocs doit été établi pour les assises courantes et les assises particulières du mur. Chaque maçon doit disposer de ces plans de calepinage.

Préalablement à la pose définitive, un contrôle du calepinage du premier rang se fera par un essai « à sec » afin de vérifier l'exactitude de celui-ci.
De petites erreurs de dimensions des murs (soubassement, structure porteuse, etc.) peuvent être rattrapées en jouant sur les tolérances acceptables pour les épaisseurs des joints.
Il est souhaitable que ces opérations de préparation fassent l'objet d'une validation par les différents intervenants d'un chantier avant que le travail de maçonnerie lui-même ne soit démarré.

6.3.2.2. CONTRÔLE DE L'APLOMB ET DE L'HORIZONTALITÉ DES ASSISES

L'aplomb doit être contrôlé régulièrement, au fil à plomb ou au niveau.
Le niveau des assises doit également être contrôlé régulièrement, par exemple au moyen d'un niveau à bulle.

L'aplomb de la paroi peut être assurée par la mise en place au préalable de piges d'angle dont la bonne verticalité a été contrôlée. Celles-ci servent de guide de pose.
Les blocs peuvent être posés "au cordeau", tendu entre ses piges ou entre les poteaux de l'ossatures, pour garantir un bon alignement des joints et une bonne horizontalité des assises.

6.3.2.3. CONTRÔLE DE L'ÉPAISSEUR DES MURS

Une mesure directe permettra de contrôler l'épaisseur des murs en cours de montage.

6.3.2.4. CONTRÔLE DE RECTITUDE (PLANÉITÉ DE LA PAROI)

La rectitude doit être contrôlé régulièrement au moyen d'un cordeau tendu sur 10 mètres à la surface du mur ou plus localement à l'aide d'une règle de 1 m minimum et ce dans toutes les directions du plan vertical du mur (horizontal, vertical, oblique).
D'un bloc à l'autre, dans le plan vertical du mur, un outil possédant une arrête rectiligne (comme une règle courte de 30 cm) permettra d'assurer un contrôle de rectitude et de vérifier qu'il n'existe pas de défauts d'alignement des blocs.

6.3.2.5. CONTRÔLE DE L'ÉPAISSEUR DES JOINTS DE MORTIER ET DE LA FINITION

Une mesure directe permettra de contrôler l'épaisseur de joints, celle-ci devra être comprise entre 10 à 15 mm d'épaisseur.
Il est recommandé de tracer sur les piges servant de guide les hauteurs d'assises afin d'obtenir une régularité de pose de celle-ci donc de l'épaisseur des joints horizontaux.

6.3.2.6. RESPECT DE LA CADENCE DE POSE ET DES TEMPS D'UTILISATION DES MORTIERS

Procéder à la pose des blocs rangée par rangée, ne pas dépasser la cadence de pose indiquée à l'article *4.3.1.4. Cadence de pose et limite d'élévation quotidienne.*
Il est impératif de respecter les durées d'utilisation des mortiers

6.3.2.7. PROTECTIONS PARTICULIÈRES ET REPLI DE CHANTIER

Avant la mise en œuvre des murs, il convient de produire des notes explicatives et méthodologiques de réalisation et de protection des ouvrages pendant le chantier et jusqu'au repli de celui-ci.

7. DÉSORDRES ET TRAITEMENTS

Avertissement
Ce document concerne la réalisation d'ouvrages neufs conçus et exécutés selon les règles de l'art dont le respect garantit l'absence de malfaçons et de désordres. Néanmoins, dans un but d'information, le présent chapitre présente les principaux désordres et leurs causes ainsi que quelques moyens d'y remédier.

7.1. ORIGINES DES DÉSORDRES

Les désordres susceptibles d'affecter un ouvrage en BTC peuvent être dus à :

1. Des défauts de conception de l'ouvrage

- Erreur de dimensionnement (élancement des murs, longueur, épaisseur, joint de retrait).
- Système constructif inadapté : mauvaise conception de l'ossature, absence de chaînages, absence de contreventement des ouvrages, etc.
- Concentration trop importante des charges / mauvais dimensionnement des appuis.
- Mauvaise prise en compte des tassements différentiels.
- Défaut de protection de l'ouvrage en particulier à la base et au sommet.
- Défaut de conception des rejets d'eau et des relevés d'étanchéité.
- Absence de coupure des remontées capillaires.
- Liaison des interfaces avec les autres matériaux inadaptés.

Les désordres typiques des bâtiments en BTC peuvent être évités par une bonne démarche de conception. Il s'agit en effet de « savoir bien construire en BTC » *(Cf. partie 3).*

2. Des défauts de mise en œuvre

- Mauvaise qualité des BTC.
- Maçonnerie réalisée avec des BTC trop humides ou mise en œuvre sans protection durant une période de fortes pluies.
- Défaut de consistance ou de composition des mortiers.
- Défaut dans le mélange des constituants du mortier.
- Défaut d'appareillage.
- Défaut de protection de l'ouvrage.
- Mauvaise réalisation des joints entre ossature et remplissage.
- Défaut d'ancrage entre ossature et remplissage.

Les désordres courants pouvant apparaître lors de la mise en œuvre peuvent être évités en respectant les indications données dans cet ouvrage concernant la qualité des BTC, les étapes et procédés de mise en œuvre (Cf. partie 5), ainsi que les procédures de contrôle couvrant ces aspects (Cf. partie 6).

3. Des défauts d'exploitation ou d'entretien des bâtiments

- Transformation des abords ou de la topographie (rehaussement des sols extérieurs par exemple).
- Mauvais entretien de la couverture.
- Mauvais entretien des drainages.
- Mauvais entretien des évacuations des eaux.
- Mauvais entretien des murs (usage des produits corrosifs, d'abrasifs puissant ou d'eau sous pression).

Un entretien régulier respectant des règles simples garantira la pérennité de l'ouvrage dans le temps : système de drainage propre, fonctionnel, soubassements dégagés et hauteur minimum maintenue, collecteurs d'eaux pluviales entretenus, couverture et étanchéité des toitures fonctionnelles.

L'attention du maître d'ouvrage sera attirée sur les conditions d'entretien des murs et des éléments contigus qui ne doivent pas être nettoyés par utilisation d'eau sous pression.

4. Des défauts de réhabilitation

- Travaux entraînant une surcharge inacceptable ou un affaiblissement des maçonneries (par exemple : surélévation de la construction, création de plancher, création d'appui ponctuel, percement de baie).

- Défaut de dispositif de protection ou d'évacuation entraînant une présence prolongée d'eau en contact direct du mur (par exemple : modification des profondeurs de protection des couvertures ou appuis de baie, relevés d'étanchéité inadaptés sur les surfaces verticales).
- Ajout d'équipements apportant de l'eau liquide en contact direct avec le mur (par exemple l'installation de climatiseurs avec mauvaise anticipation de l'évacuation de l'eau de condensation).
- D'une manière générale : tous travaux ou transformations inappropriés réalisés sur le bâtiment ou sur les maçonneries.
- Traitement inadapté de la surface des murs (par exemple : revêtement imperméable sur les 2 faces d'un mur ne permettant plus une régulation correcte des échanges de vapeur d'eau).

Celle liste reprend les causes les plus courantes constatées d'apparition de désordres d'un ouvrage en BTC. Elles ne sont d'ailleurs pas spécifiques au BTC.
Toutes réhabilitations ou modifications apportés à des constructions en BTC doivent être conçues en respectant les mêmes principes que ceux définis dans le *chapitre 3 : Conception, dimensionnement, & détails constructifs.*

7.2. DESCRIPTIONS ET TRAITEMENTS DES DÉSORDRES

7.2.1. DÉSORDRES A LA MISE EN ŒUVRE DE L'OUVRAGE

DÉSORDRES	CAUSES DES DÉSORDRES	TRAITEMENTS
VARIATION INVOLONTAIRE DE LA COULEUR DU MUR	Qualité / homogénéité inconstante des BTC mis en œuvre.	Corriger les problèmes de qualité des matériaux réceptionnés.
DÉGRADATION IMPORTANTE EN SURFACE DU MUR AVEC PERTE DE MATIÈRE	BTC de mauvaise qualité n'ayant pas dû être réceptionnés. Mauvaise protection des ouvrages en cours de réalisation. Mauvaise qualité de mortier. Incompatibilité du mortier avec les BTC.	Reprises partielles ou totales des murs. Corriger les problèmes de qualité des matériaux réceptionnés. Corriger la mise en œuvre pour les murs suivants.
FISSURES DE RETRAIT	Mortier trop humide. BTC trop humides. BTC de mauvaise qualité ne respectant. pas le temps de séchage.	Validation ou reprises partielles ou totales des murs. Reboucher la fissure. Enduit ou peinture avec produits adaptés.
ÉPAUFRURES	Incident au cours du chantier.	Reprises des zones endommagées par matage de mortier. Mise en place de protections d'angles + réfection des enduits.
GÉOMÉTRIE DU MUR NON CONFORME	Erreur ou défaillance des niveaux. Mur monté trop rapidement ou mortier trop humide entraînant un affaissement.	Validation ou reprises partielles ou totales des murs. Risque de ruine : démolition puis reconstruction.

7.2.2. DÉSORDRES DUS A LA PRESENCE INDESIRABLE D'EAU

DÉSORDRES	CAUSES DES DÉSORDRES	TRAITEMENTS
MUR HUMIDE **TACHE D'HUMIDITÉ** **SUINTEMENT** **RUISSELLEMENT EN SURFACE** **ÉROSION** **MOISISSURES**	Défaut de protection du mur pendant le chantier. Défaut d'évacuation des eaux sur les protections mises en place.	Corriger la protection du mur.
	Manque d'entretien de la toiture, des chéneaux ou descentes d'eau entraînant des fuites ou ruissellements d'eau de pluie sur l'arase ou le long du mur, rejaillissement d'eau.	Identifier et localiser l'origine de la venue d'eau. Supprimer l'arrivée d'eau et /ou corriger le défaut d'étanchéité ou d'évacuation. Si nécessaire : • Nettoyage / grattage des enduits ou peintures en place / Réfection enduit de façade ou peinture. • Nettoyage et grattage des joints entre ossature et remplissage / reprise de joints. Ajout éventuel d'un larmier si nécessaire.
	Stagnation ou accumulation d'eau au niveau des éléments horizontaux (ossature apparente, saillies, balcon, plancher, toiture, etc.).	
	Ruissellement et infiltration au niveau des ouvertures (appui, linteau) .	
	Stockage, dépôt de matières ou d'objets contre les ouvrages. Végétation type buisson, arbuste, arbre, poussant en contact du mur et entraînant une érosion par frottement/abrasion.	Déplacer le dépôt à distance suffisante des ouvrages. Supprimer / Tailler la végétation pour éviter le contact. Nettoyage / grattage des enduits ou peintures en place / Réfection enduit de façade ou peinture.
	Remontée du niveau du sol extérieur au-dessus du soubassement suite à des travaux de voirie ou à des remblais.	Retrouver le niveau d'origine du sol extérieur.

7.2.3. DESORDRES LIES A UN DEFAUT STRUCTUREL

DÉSORDRES	CAUSES DES DÉSORDRES	TRAITEMENTS
FISSURE SOUS UNE CHARGE CONCENTRÉE, POUTRE OU POTEAU	Défaut de répartition de la charge de l'ossature, fléchissement des poutres entraînant une mise en charge des maçonneries.	Si risque structurel avéré, reprise en sous-œuvre afin de réduire les contraintes (poutre ou poteau pour une meilleure répartition des charges). Reprise des parties BTC endommagées : rebouchage ou, si nécessaire, enduisage ou reconstruction partielle ou totale du pan de maçonnerie.
FISSURE PAR FLECHISSEMENT DU SUPPORT / DE LA POUTRE BASSE	Fléchissement de la poutre/support bas du pan de maçonnerie - Défaut de dimensionnement ou surcharge accidentelle.	Si risque structurel avéré, reprise en sous-œuvre afin de réduire la déformation. Reprise des parties BTC endommagées : rebouchage ou, si nécessaire, enduisage ou reconstruction partielle ou totale du pan de maçonnerie.
FISSURE DU MUR AUX DROIT DES LIAISONS AVEC LES ÉLÉMENTS D'OSSATURE (VERTICAUX OU HORIZONTAUX)	Poinçonnement des éléments de liaison sur la maçonnerie ou tassement différentiel entre ossature et remplissage contraint à des éléments de liaisons trop rigides.	Vérifier l'évolution de la fissuration. Si évolution : reprise des liaisons pour éviter le tassement ou le poinçonnement. Reprise des parties BTC endommagées : rebouchage ou, si nécessaire, enduisage ou reconstruction partielle ou totale du pan de maçonnerie.
DÉSAGRÉGATION DE LA MAÇONNERIE AU DROIT DES LIAISONS MÉTALLIQUES : FISSURE, DÉCOLLEMENT, ÉCLATEMENT	Corrosion et gonflement des attaches de liaisons.	Reprise des attaches (traitement anti-corrosion ou remplacement). Reprise des parties endommagées par enduisage ou reconstruction partiel ou total du pan de maçonnerie.
FISSURE DU MUR AUX LIAISONS DES JAMBAGES AVEC LES LINTEAUX ET LES APPUIS	Sous-dimensionnement des éléments de baie, linteau, jambage, appuis et / ou mouvements différentiels entre eux (tassement, retrait, cisaillement).	Renforcement des éléments sous-dimensionnés pouvant aller, en cas de risque structurel avéré, jusqu'à la reconstruction totale de la baie. Reboucher la fissure.
FISSURES ENTRE DEUX PARTIES DE MAÇONNERIE DE HAUTEUR DIFFÉRENTE	Tassement différentiel entre les maçonneries / Absence de joint de tassement.	Reboucher la fissure et créer le joint de tassement.

Remarques :
Différents types de fissures, horizontales, verticales, obliques, susceptibles d'apparaître en divers endroits des maçonneries, peuvent être dus à des mouvements ou tassements différentiels de la structure liés à la nature du sol, à la qualité des fondations ou de l'ossature, ou bien encore à l'existence de poussées mal reprises.

8. QUALIFICATIONS DES ENTREPRISES & ENTREPRISES QUALIFIÉES

8.1. QUALIFICATIONS REQUISES POUR LES ENTREPRISES DES LOTS BTC

8.1.1. ENTREPRISES DE PRODUCTION DE BTC

Pour être qualifiées dans le cadre du présent document les entreprises de productions de BTC, existantes ou nouvellement créées, devront avoir mis en place un contrôle qualité tel que défini partie 6.1. et devront pouvoir fournir les rapports d'essais et de contrôle garantissant la qualité des lots de blocs produits.
La DEAL Guyane, porteuse de l'Atex, s'assurera de la conformité de la mise en place et de l'application du plan d'assurance qualité.

A la date de l'examen du dossier par le Comité d'Experts, la liste des producteurs de BTC en Guyane est la suivante :

- **SITT**
  Entreprise possédant un MécoConcept qui peut lui permettre de réaliser des BTC décrits dans le présent ATEx A et ayant réalisé des essais en vue d'une production plus large
- **La Brique de Guyane**
  Entreprise possédant une Terstaram et une Semi-Terstamatic qui peut lui permettre de réaliser des BTC décrits dans le présent ATEx A

8.1.2. ENTREPRISES DE MAÇONNERIE DE BTC

8.1.2.1. ENTREPRISE MANDATAIRE

Elles correspondent à celles d'une entreprise de maçonnerie et de béton armé de technicité courante qui assure l'édification de murs porteurs et les travaux de gros œuvre en BTC.
L'entreprise mandataire pourra également être l'entreprise de charpente et d'ossature bois si elle présente les compétences requises soit en interne dans son personnel soit dans le cadre d'un marché de sous-traitance.

JUSTIFICATION DU NIVEAU DE QUALIFICATION POUR LA POSE DU BTC

L'entreprise doit pouvoir démontrer à minima son expérience dans l'activité de la construction en maçonnerie de petits éléments apparent ou son aptitude à réaliser les contrôles en lien avec ce type de mise en œuvre.
Pour cela elle doit établir une liste aussi complète que possible des chantiers qu'elle a réalisés en BTC ou justifier de la présence, au sein de son effectif, d'au moins une personne ayant une expérience de la construction en BTC. La qualification de cette personne sera au minimum équivalent au niveau III (N3 - position 1 ou 2) : Compagnon professionnel et de préférence équivalente au niveau IV (N4 - position 1 ou 2) : Chef d'équipe ou Maître ouvrier[59].

8.1.2.2. SOUS-TRAITANCE

Dans le cas où une entreprise ayant répondu à un appel d'offre pour une mise en œuvre d'un lot BTC fait appel à une autre entreprise en sous-traitance, l'entreprise exécutant les travaux doit répondre aux mêmes critères de qualification que ceux décrit pour l'entreprise mandataire dans la partie précédente.

La responsabilité de la bonne exécution des travaux incombe à l'entreprise ayant répondu à l'appel d'offres.

59 Selon la qualification de la Convention collective nationale des ouvriers employés par les entreprises du bâtiment du 8 octobre 1990.91

8.2. ENTREPRISES QUALIFIÉES

8.2.1. ORGANISMES DE CONTRÔLE & TIERCE PARTIE QUALIFIÉE

CONTRÔLES DE PRODUCTION / MATIÈRE & MATÉRIAUX

Ces contrôles peuvent être effectués par des organismes ou laboratoires disposant de l'agrément ou du matériel adéquat nécessaire (et en particulier pouvant justifier d'un calibrage régulier des outils de contrôles comme les presses de laboratoire).

Liste indicative des organismes pouvant réaliser ce type de contrôle :

- **EIFFAGE Route,** 1 K route de Degrad des Cannes, 97300 CAYENNE - tél : 05 94 28 49 49
- **Ginger LBTP RVB,** 32 r Molé, 97326 CAYENNE CEDEX - tél : 05 94 21 14 61

CONTROLE QUALITÉ DE PRODUCTION /ORGANISME TIERCE PARTIE /(OTP)

Ces missions d'audit qualité ou de contrôle sur site peuvent être réalisées par des organismes de contrôle désignés qui garantiront le bon déroulement de ces opérations. Rappelons qu'en l'absence de marquage CE et de normes européennes sur ces produits, ils n'ont pas vocation à présenter une habilitation spécifique.

Liste indicative des organismes pouvant réaliser ce type de contrôle :
(Moyens sur place ou via le détachement ponctuel d'experts des Antilles ou de métropole)

- **APAVE**
- **SOCOTEC**
- **VERITAS**
- **Qualiconsult**
- **CH2**
- **Antilles contrôle**

CONTRÔLE SUR CHANTIER

Dans tous les cas un contrôle sur chantier est réalisé en interne de l'entreprise (auto-contrôle).
Pour les opérations nécessitant une vérification de l'ouvrage en maçonnerie par le calcul, la bonne application sur le chantier du Plan d'Assurance Qualité, reprenant entres autres les opérations de contrôle de réalisation décrites dans la partie 6.2. Contrôles qualité d'exécution, est attestée par une tierce partie qualifiée désignée à cet effet : maître d'ouvrage, son représentant, maître d'œuvre, ingénieur conseil, etc.

ASSISTANCE TECHNIQUE

Il existe de nombreux experts terre en Amérique du sud ou en métropole pouvant assurer l'assistance technique à :

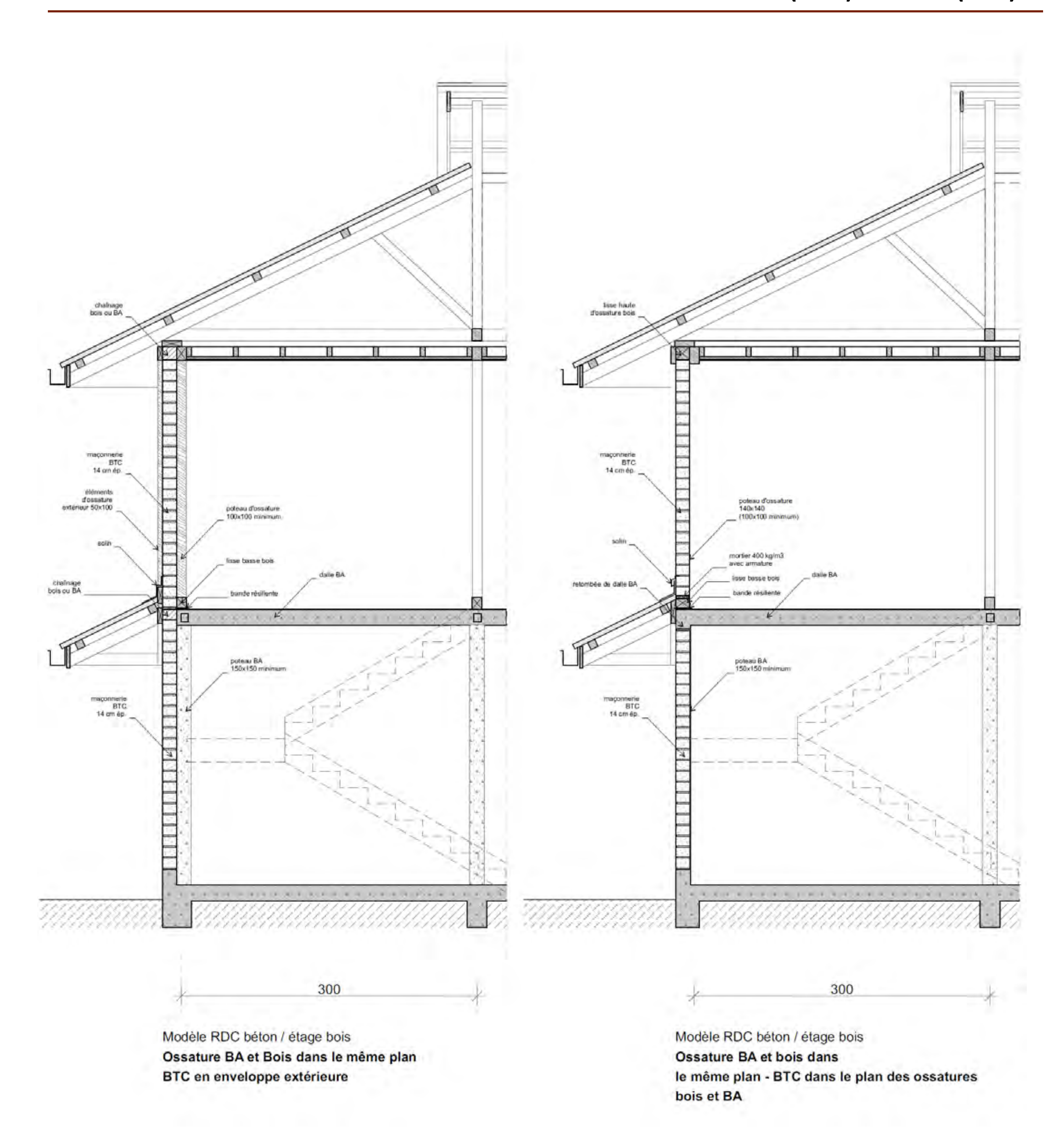
- La reconnaissance des terres et la formulation des matériaux
- L'assistance à la mise en place d'une chaîne de production et son contrôle qualité
- La formation des entreprises à la pose des blocs

Liste indicative des organismes pouvant réaliser ce type de prestations :

- La DEAL Guyane - via la mise en place de mission d'appui ou l'organisation de formations professionnalisantes impliquant la mobilisation d'experts internationaux.
- Le CMA de Guyane via l'organisation de formations professionnalisantes
- L'association CRAterre via l'organisation de formations professionnalisantes

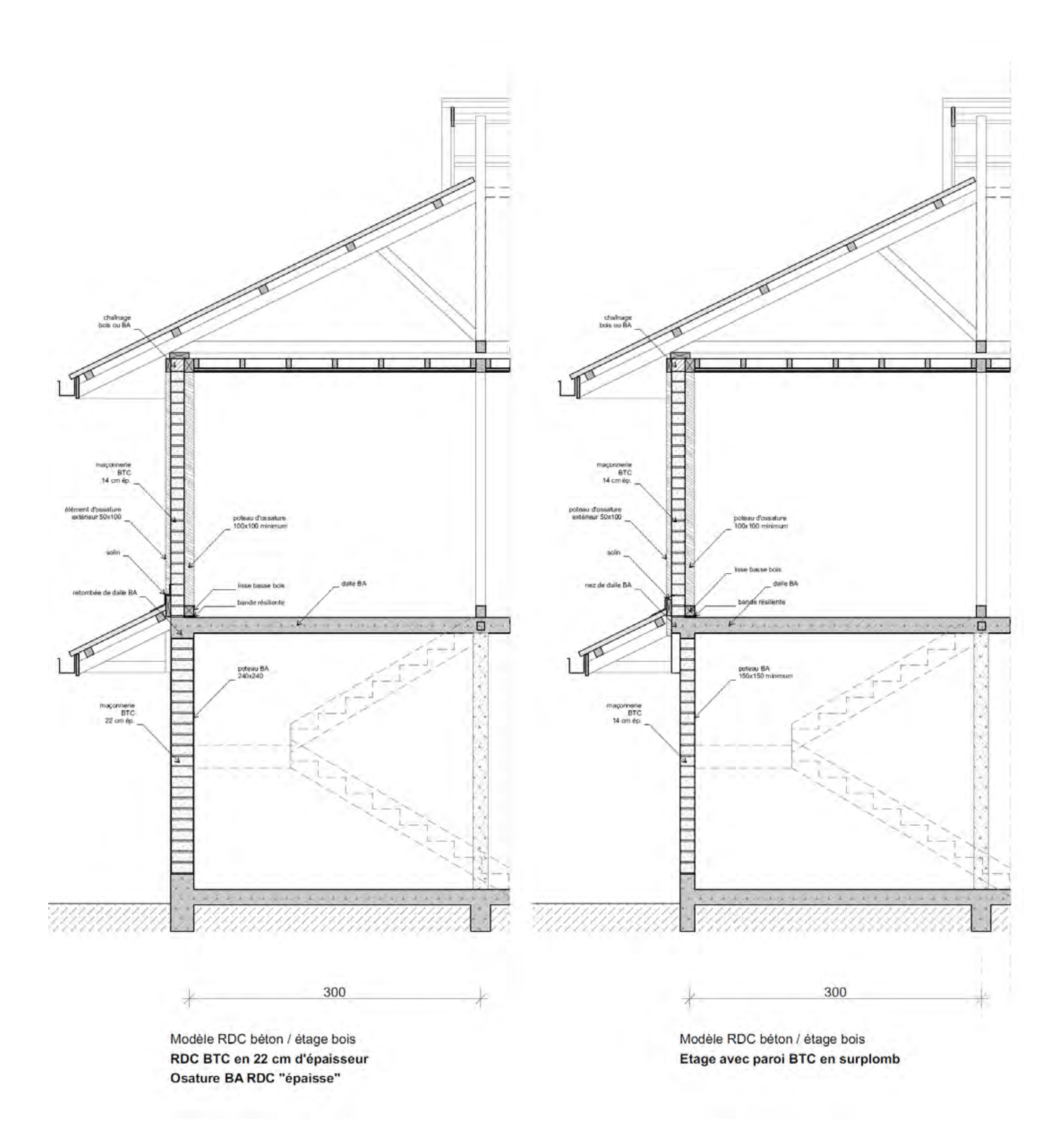
ANNEXES

ANNEXE 1 - COUPES DE PRINCIPE SUR OSSATURE MIXTE BETON (RDC) ET BOIS (R+1)



Modèle RDC béton / étage bois
Ossature BA et Bois dans le même plan
BTC en enveloppe extérieure

Modèle RDC béton / étage bois
Ossature BA et bois dans
le même plan - BTC dans le plan des ossatures
bois et BA

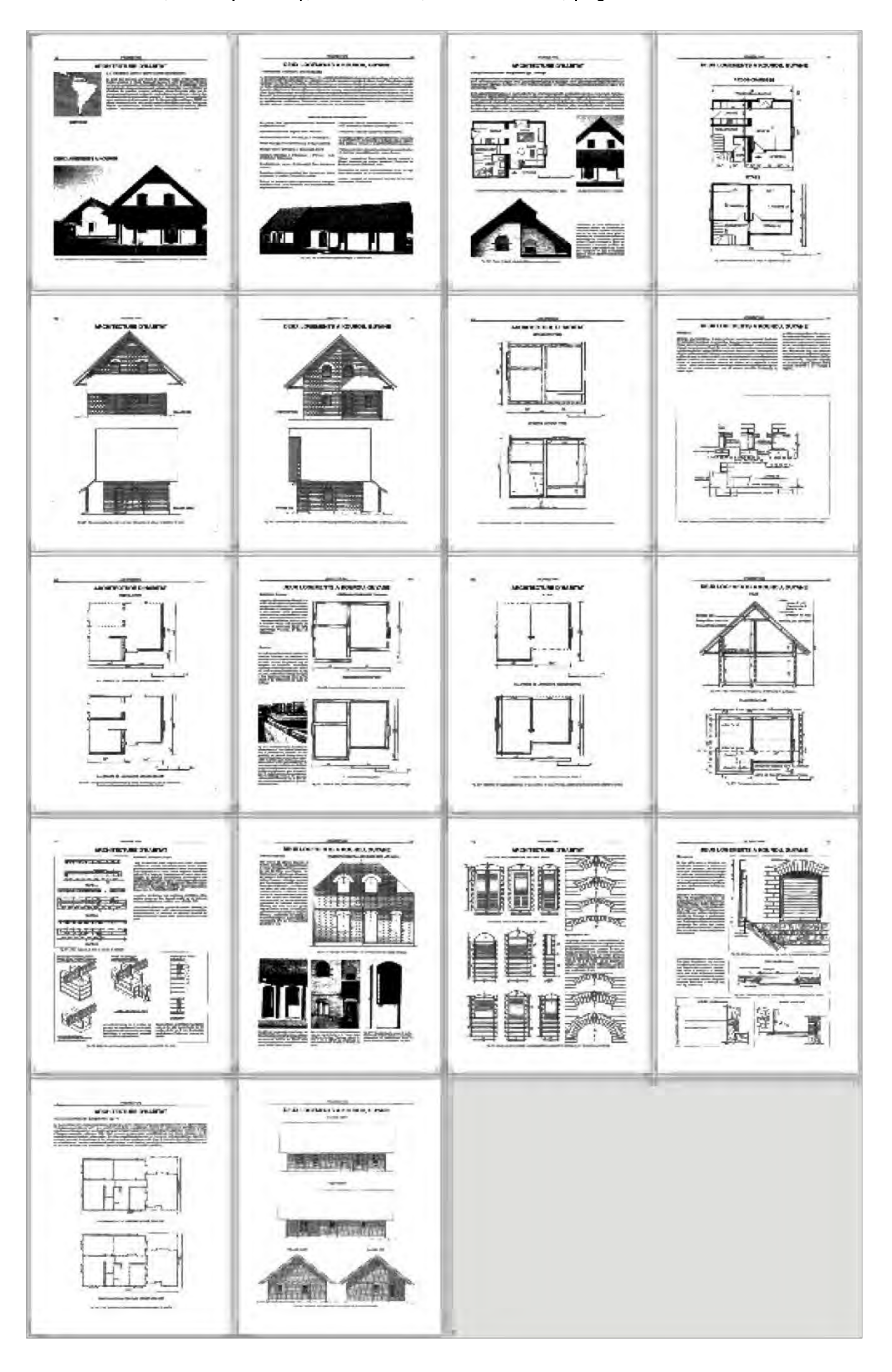


Modèle RDC béton / étage bois
RDC BTC en 22 cm d'épaisseur
Osature BA RDC "épaisse"

Modèle RDC béton / étage bois
Etage avec paroi BTC en surplomb

ANNEXE 2 - EXTRAIT DE BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE - VOL. II. MANUEL DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTIONS

Hubert Guillaud, Thierry Joffroy, Pascal Odul, CRATerre-EAG, pages 102 à 119



ANNEXE 3 – NOTE DE CALCUL BE VESSIERE

ANNEXE 4 – ESSAI FEU – PV EFFECTIS